ORGAN

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

IN TECHNISCHER BEZIEHUNG.

FACHBLATT DES VEREINES DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN.

BEGRÜNDET

VON

EDMUND HEUSINGER VON WALDEGG.

UNTER MITWIRKUNG FÜR DEN MASCHINENTECHNISCHEN TEIL

VON

von Borries,

Geheimem Regierungsrate, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin,

herausgegeben von

G. Barkhausen,

Geheimem Regierungsrate,

Professor der Ingenieurwissenschaften, zeitigem Rektor der Technischen Hochschule zu Hannover

SECHZIGSTER JAHRGANG.

NEUE FOLGE. ZWEIUNDVIERZIGSTER BAND.

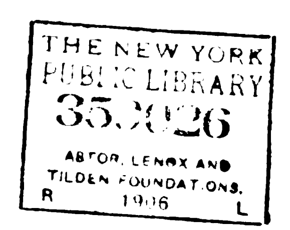
1905.

MIT ZEICHNUNGEN AUF 69 TAFELN UND MIT 98 TEXTABBILDUNGEN.

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL'S VERLAG.

1905.



I. Sach-Verzeichnis.

1. Übersicht.

2. Einzel-Aufführung.

(Die Originalbeiträge sind mit *, die Besprechungen von Büchern und Zeitschriften mit ** bezeichnet.)

6. Bahn-Oberbau.

A. Allgemeines, Versuche, theoretische Untersuchungen.

7. Bahnhofs-Einrichtungen.

A. Allgemeines, Beschreibung von Bahnhofs-Anlagen und Umbauten.

c) Wagen.

9. Signalwesen.

II. Namen-Verzeichnis.

(Die Originalbeiträge sind mit *, die Besprechungen von Büchern und Druckschriften mit ** bezeichnet.)

	Jahrgang	Seite	Anzahl der Textabb.	Zeichnungen Tafel	Zeichnungen Abb.
J.					
*Jacob. Die neue Brücke über den Nordseekanal zu Velsen. Mitgeteilt von J.	1905	227	—	XLIX	3—5
*Jacobi. Über das Verschieben und Ordnen von Güterzügen. Von H.	1905	156	—	—	—
Jeppson. Wage der Bauart	1905	107	—	—	—
**Jüdel. Die Schaltungen der elektrischen Stellwerke nach den Systemen Siemens u. Halske und	1905	324	—	—	—
K.					
**Kech. Die Gründung der Großherzoglich Badischen Staatseisenbahnen. Beitrag zur Geschichte der badischen Eisenbahnpolitik. Von Dr. E.	1905	269	—	—	—
*King. Lokomotiven der San-Juan Serrezuela-Bahn. Von	1905	228	1	L LI	1—9 1 u. 2
Köchlin. Sartiaux- und ...... '-Dampfkraftwagen der französischen Nordbahn	1905	164	—		—
**Kölbel. Alcune considerazioni sul materiale mobile ferroviario. Vittorio	1905	174	—	—	—
Kohler. Archiv für bürgerliches Recht. Herausgegeben von Dr. J. .... V. Ring, Dr. P. Oertmann	1905	270	—	—	—
*Koppe. Über die zweckentsprechende Genauigkeit der Höhendarstellung in topographischen Plänen und Karten für allgemeine Eisenbahn-Vorarbeiten. Von Dr. C.	1905	73 91	—	—	—
Koppel. Geschäftsanzeigen und Kataloge von Bauanstalten und gewerblichen Anlagen. Arthur ......, Spezial-Katalog über Eisenbahnwagen mit Entladevorrichtung, sogenannte „Selbstentlader"	1905	174	—	—	—
*Kosch. Die Lüftung der Eisenbahn-Personenwagen. Von M.	1905	325	—	LXIV LXV	1—34 35—53
*Kuhn. Versuche mit ....'scher Steuerungseinrichtung an Lokomotiven. Von van Heys	1905	339	—	LXVII	1—16
L.					
Larraß. Benno ..... †	1905	26	—	—	—
**Lipinski. Das Recht im gewerblichen Arbeitsverhältnis. Von R.	1905	148	—	—	—
M.					
Mallet. Sechsachsige .....-Lokomotiven für die Baltimore- und Ohio-Bahn	1905	135 268	—	XXXI	1 u. 2
Manet Rabut. Spannungsmesser	1905	106	—	XXVIII	12—15
**Martens. Das Königliche Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule Berlin auf dem Gelände der Domäne Dahlem beim Bahnhofe Groß-Lichterfelde-West. Denkschrift zur Eröffnung bearbeitet von A. ......, und M. Guth	1905	38	—	—	—
**Merkel. Umgehungsbahn Mainz mit Überbrückung des Rheines und des Maines, bearbeitet von H.	1905	90	—	—	—
**Merkel. Umgehungsbahn Mainz mit Überbrückung des Rheines und des Maines. Mainz, den 1. Mai 1904. Bearbeitet von H.	1905	37	—	—	—
*Metzeltin. Versuche mit selbsttätiger Saugebremse auf den Steilrampen der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn. Von	1905	77	—	XXIII XXIV	— 5—7
Meyer. Georg ..... †	1905	234	—	—	—
**Müller. Die Erbauung einer elektrischen Bahn auf die Zugspitze. Von Wolfgang Adolf	1905	270	—	—	—
N					
Nadal. Versuche über Verbrauch und Leistung von Lokomotiven. Von	1905	31	—	VII	3—8
**Naglo. Die ersten 25 Jahre des Elektrotechnischen Vereines. 1879 bis 1904. Von E.	1905	296	—	—	—
Natalis. Die selbsttätige Blocksignal-Anlage von .... auf der Schwebebahn Barmen-Vohwinkel	1905	86	—	XXV	1—5
Natalis' Signalanlagen und Weichensicherungen der Schwebebahn Barmen-Vohwinkel	1905	109 140	1	XXV XXXIII	1—5 1—3
O.					
**Oder. Abstellbahnhöfe, Betriebsbahnhöfe für den Personenverkehr von M. .... und Dr.-Ing. O. Blum	1905	89	—	—	—
**Oder. Betriebskosten der Verschiebebahnhöfe. Dissertation von M.	1905	269	—	—	—
*Oesten. Grundwasser-Enteisenung zur Wasserversorgung von Bahnhofsanlagen. Von G.	1905	248	—	LVIII	1
Oppizzi. Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie. Heft 206. Verwendung der Elektrizität zur Sicherung des Eisenbahnbetriebes von	1905	242	—	—	—
Oppizzi. Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie. Heft 206bis. Druck und Stempelung der Fahrkarten von	1905	242	—	—	—
P.					
**Pascher. Das Lokalbahnwesen in Österreich. Von Karl ...... Schriften über Verkehrswesen. Herausgegeben vom Klub österreichischer Eisenbahn-Beamten. I. Reihe, Heft 5	1905	116	—	—	—
**Patschke. Transversal-Dampfturbinen für elastische Kraftmittel: Wasserdampf, Luft, schweflige Säure, Kraftgas u. dergl. Von A.	1905	296	—	—	—
**Perut. Tafeln zum Abstecken von Kreis- und Übergangsbögen durch Polarkoordinaten. Von Max .... Mit einem Vorworte und Gebrauchsanleitungen von Alfred Birk	1905	148	—	—	—
**Petersen. 200 km/St. und das Eisenbahngleis. Von R. ...... Sonderabdruck aus „Elektrische Bahnen"	1905	90	—	—	—
*Pforr. Stromverbrauch bei Wechselstrombahnen. Von	1905	291	—	LX	1—4
**Poschenrieder. Bau und Instandhaltung der Oberleitung elektrischer Bahnen. Von P.	1905	270	—	—	—
Post. J. W. .... †	1905	26	—	—	—

Y.

Z.

ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Inhalt des ersten Heftes, Januar 1905.

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.



ORGAN

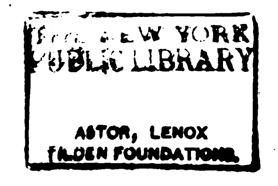
für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band. | 1. Heft. 1905.



Schnellfahrversuche mit Dampflokomotiven.

Mitgeteilt von der Königlichen Eisenbahndirektion Berlin.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln I bis IV.

In der Zeit vom 19. Januar bis 19. April 1904 fanden auf der Strecke Marienfelde-Zossen der Militäreisenbahn auf Veranlassung des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten Schnellfahrversuche mit Dampflokomotiven statt. Es sollte festgestellt werden, welche Höchstgeschwindigkeiten bei der Beförderung von aus vierachsigen Personen- oder sechsachsigen Schlaf-Wagen gebildeten Zügen durch die im Betriebe befindlichen vier- und fünfachsigen Schnellzuglokomotiven mit vierachsigem Tender mit Sicherheit erreicht werden können.

Da es darauf ankam, das Verhalten von Lokomotive und Zug bei hohen Geschwindigkeiten, nicht aber eine Dauerleistung der Lokomotiven festzustellen, genügte eine verhältnismäfsig kurze Strecke zur Ausführung der Versuchsfahrten.

Die 23 km lange Strecke Marienfelde-Zossen, deren Neigungs- und Krümmungsverhältnisse aus Abb. 1, Taf. I hervorgehen, war bereits für die Fahrten der elektrischen Schnellbahnwagen mit schwerem Oberbau ausgerüstet*), d. h. mit Schienen von 12 m Länge und 43,4 kg/m Gewicht und 17 Schwellen für jede Schiene. Aufserdem war die Strecke mit Leitschienen versehen, die in den Weichen herausnehmbar eingerichtet waren. Vor den Fahrten mit mehr als 100 km/St. Geschwindigkeit wurden die herausgenommenen Leitschienen in die Weichen wieder eingebaut.

*) Organ 1904, S. 62 und 160.

Der Versuchszug bestand jedesmal aus einer Lokomotive mit Tender und 6 oder 3 vierachsigen D-Wagen neuester Bauart, von denen einer mit Mefseinrichtungen ausgerüstet war.

Zu den Versuchen wurden folgende Lokomotiven herangezogen:

I. eine $^2/_4$ gekuppelte Verbund-Schnellzug-Lokomotive,

II. eine $^2/_4$ gekuppelte vierzylindrige Verbund-Schnellzug-Lokomotive, Bauart Grafenstaden, de Glehn,

III. eine $^2/_4$ gekuppelte Heifsdampf-Schnellzug-Lokomotive,

IV. eine $^2/_5$ gekuppelte vierzylindrige Verbund-Schnellzug-Lokomotive, Bauart Grafenstaden, de Glehn,

V. eine $^2/_5$ gekuppelte vierzylindrige Verbund-Schnellzug-Lokomotive, Bauart Hannover, v. Borries,

VI. eine $^2/_6$ gekuppelte dreizylindrige Verbund-Schnellzug-Lokomotive, Bauart Wittfeld.

Die Hauptverhältnisse dieser Lokomotiven zeigt Zusammenstellung I.

Bei Nr. II und IV*) wirken die aufsen liegenden Hochdruckzylinder auf die hintere, die innen liegenden Niederdruck-

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 2. Auflage, Band 1, S. 7, 18 und 389.

Zusammenstellung I.

		Lokomotive Nr.					
		I	II	III	IV	V	VI
Dampfüberdruck	at	12	14	12	14	14	14
Zylinderdurchmesser	mm	460/680	$2\times\frac{340}{530}$	2 × 530	$2\times\frac{340}{560}$	$2\times\frac{360}{560}$	3 × 524
Kolbenhub	„	600	640	600	640	600	630
Triebraddurchmesser	„	1980	1980	1980	1980	1980	2200
Heizfläche einschliefslich Überhitzer	qm	118	122	101,7 × 30,75	155	162	257
Rostfläche	„	2,27	2,28	2,27	2,72	2,70	4,2
Lokomotivdienstgewicht	t	52	57,7	54	66	61,4	88
Reibungsgewicht	„	31	32	32	32	32	36
Tendergewicht beladen	„	43	43	43	46	44,5	59,6
Achsstand der Lokomotive	m	7,4	7,45	7,6	8,2	9,0	11,485
„ ganzer, von Lokomotive und Tender	„	14,715	14,59	15,1	15,4	15,4	20,785

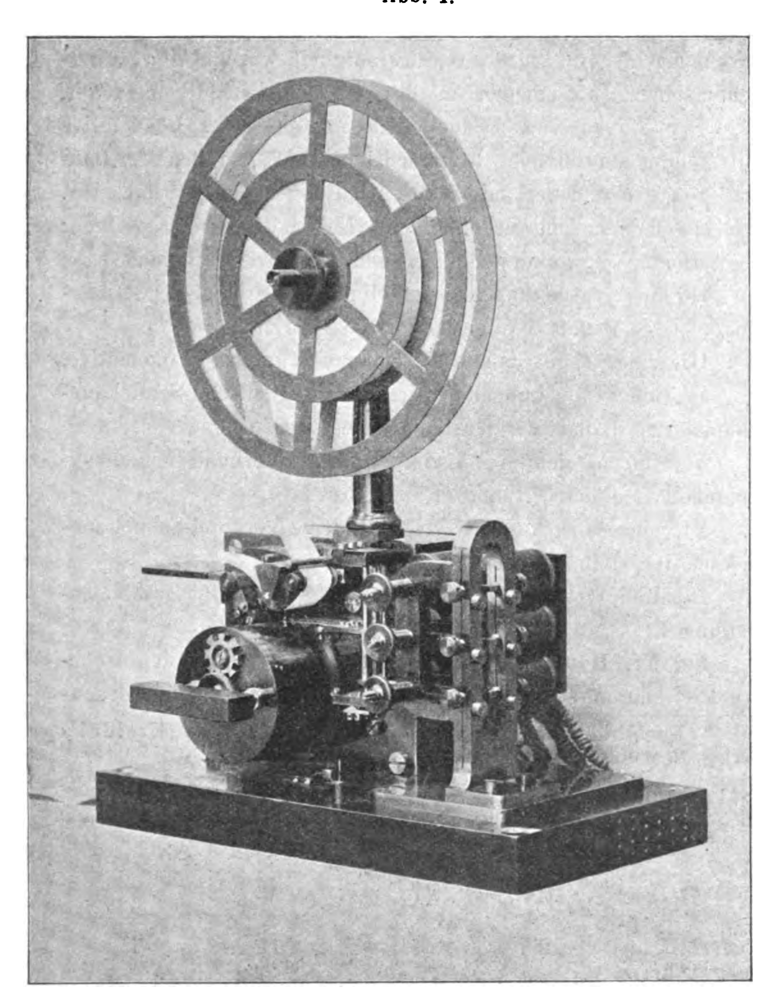
zylinder auf die vordere Triebachse, bei Nr. V*) mit Hochdruckzylinder innen, Niederdruckzylinder aufsen wirken alle vier Zylinder auf die vordere Triebachse, bei Nr. VI wirkt der innen liegende Hochdruckzylinder auf die vordere, die beiden aufsen liegenden Niederdruckzylinder gleichgerichtet mit um 90° gegen die Hochdruckkurbel versetzten Kurbeln auf die hintere Triebachse.

Nr. IV hat eine feste, Nr. V eine bewegliche Laufachse.

Bei jeder Fahrt erfolgten die folgenden Aufzeichnungen:

1. Zeit, Weg und besonders bemerkenswerte Punkte der Strecke durch ein von Siemens und Halske für die Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen gebautes, und von dieser zur Verfügung gestelltes Werk, das in dem Abteile eines D-Wagens aufgestellt war. Das Werk zeichnete auf einem schmalen Papierstreifen neben einander mittels dreier Magnetschalter die Zeit, die Radumdrehungen und bestimmte Stellen der Strecke auf.

Abb. 1.



Textabbildung 1 zeigt das Werk und Taf. II, Abb. 3 die Schaltungsübersicht für die Wagenschalter. Es wird geschlossen: der eine Stromkreis durch einen Stromschliefser der Uhr alle 2 Sekunden, der andere Stromkreis bei jeder Umdrehung des Rades durch ein leitendes Stück einer auf der Wagenachse befestigten Scheibe, auf der eine Bürste gleitet, der dritte Stromkreis entweder durch eine Leitungschiene, welche stromdicht neben der Fahrschiene bei jedem Kilometersteine verlegt ist und auf der eine am Wagengestelle befestigte Drahtbürste schleift, »Krokodil-« Stromschliefser*), oder durch einen mittels Handtasters vom Führerstande aus bewirkten Stromschliefser.

Zum Unterschiede von dem einfachen Kilometerzeichen wurden Doppelzeichen beim Anfahren, bei starken Bewegungen der Lokomotive und mehrfache Zeichen bei Beginn und Ende des Bremsens gegeben.

Abb. 4, Taf. II zeigt ein Stück des Streifens.

Um die Radumdrehungen bei hohen Geschwindigkeiten deutlich unterscheiden zu können, war die Uhr der Abwickeltrommel so eingestellt, dafs sie etwa 2 cm in der Sekunde abwickelte. Eine Fahrt von 16 Minuten erfordert dabei einen Streifen von 19 m Länge, wodurch die Übersichtlichkeit leidet. Da nun die Geschwindigkeit nicht unmittelbar aufgezeichnet wird, sondern erst nach dem Abzählen der Radumdrehungen errechnet werden mufs, nimmt die Ausmittelung einer Fahrt erhebliche Zeit in Anspruch.

2. Der Zugwiderstand durch einen Zugkraftmesser, der statt der Kuppelung zwischen den Tender und den ersten Wagen eingehängt war.

Die Einrichtung zeigt Abb. 5, Taf. II.

Die in den gebogenen Stäben a und b auftretenden Spannungen werden unmittelbar durch deren Verschiebung gegen einander mittels Übertragung auf die Welle c gemessen. Da die Stäbe a und b auch eigenen Schwingungen unterworfen sind, kann die Aufzeichnung wohl einzelne Höchstwerte genau angeben, ist jedoch nicht zum Ablesen der mittleren Zugkraft geeignet, da man statt einer geraden eine Zickzacklinie von bisweilen sehr erheblichen Ausschlägen erhält. Für die Versuche wurde als gemessener Zugwiderstand der Wert angenommen, welcher der Mitte der Zickzacklinie entsprach.

3. Die Ausschläge des Zapfens und des äufsersten Punktes des Drehgestelles und die der Laufachse gegen den Lokomotivrahmen. Zu diesem Zwecke wurden von E. Schäffer in Berlin beschaffte Mefstrommeln nach Abb. 1 u. 2, Taf. II in einem Blechgehäuse mittels kräftiger Kragträger an den Lokomotivrahmen angeschlossen. An der Mitte und am Ende des Drehgestell-Rahmenbleches wurden Arme befestigt, die die Bewegungen mittels Hebels auf einen Schreibstift übertrugen, der sie auf einen um die Trommel gelegten Papierstreifen aufzeichnete. Das in der Trommel angebrachte Uhrwerk bewirkte eine Umdrehung in 30 Minuten.

4. Der Ausschlag des Tenders gegen die Lokomotive mittels eines an der Lokomotive befestigten Schreibstiftes, der durch eine Feder auf ein am Tender befestigtes Stück Papier gedrückt wurde.

5. Vor jeder Fahrt wurde mit einer von R. Fuess in Steglitz gelieferten Vorrichtung die Windgeschwindigkeit in m/Sek. gemessen.

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 2. Auflage. Band 1, S. 6, 13, 366 und 390.

*) Organ 1901, S. 59.

6. Während der Fahrt wurden auf der Lokomotive von zwei höheren Beamten in Zwischenräumen von 1 bis 2 Minuten Aufschreibungen gemacht über Zeit, Ort, Füllung im Hochdruck- und Niederdruck-Zylinder, Kesselspannung, bei den Heifsdampf-Lokomotiven Druck im Schieberkasten, Fahrgeschwindigkeit nach dem Haufshälter'schen Geschwindigkeitsmesser, Luftverdünnung gemessen durch den Wasserstand in einem an die Rauchkammer angeschlossenen U-Rohre; auffällige Eigenbewegungen der Lokomotive wurden besonders nach Ort und Zeit vermerkt.

Die Fahrten wurden mit dem Zuge aus sechs Wagen und mit 60 km/Std. Geschwindigkeit begonnen, um die richtige Wirkung aller Mefseinrichtungen festzustellen und zugleich einen Anhaltspunkt für das Wachsen der Ausschläge bei Steigerung der Geschwindigkeit zu gewinnen.

Die nächsten Fahrten wurden mit 80 und 100 km/St. ausgeführt, und erst wenn sich hierbei kein Anlafs zu Bedenken ergab, wurde die Geschwindigkeit auf 120 km/St. oder zur Höchstgrenze unter voller Ausnutzung der Maschine und meist auch der Kesselleistung gesteigert.

Die Fahrt mit der Höchstleistung wurde noch zweimal wiederholt und dann mit dem Zuge aus drei Wagen nach einer Fahrt mit 100 km/St. zu den Fahrten mit voller Ausnutzung der Leistungsfähigkeit übergegangen.

Die Fahrten wurden stets in der Weise ausgeführt, dafs mit möglichster Beschleunigung angefahren wurde, um die erstrebte Geschwindigkeit möglichst schnell zu erreichen. Am Schlusse jeder Fahrt wurde eine Notbremsung ausgeführt und zwar so, dafs der Versuchszug noch vor dem Einfahrsignale zum Stehen kam.

In den Zusammenstellungen II bis VII sind die Ergebnisse der verschiedenen Versuchsfahrten aufgeführt, Taf. III und IV zeigen Beispiele der Aufzeichnungen, aus denen diese Zusammenstellungen entnommen sind. Taf. III gibt eine Übersicht über den Geschwindigkeitsverlauf aller Fahrten.

Taf. III beginnt mit einem Zuge aus sechs Wagen und 60 km/St. Grundgeschwindigkeit, endigt mit einem Zuge aus drei Wagen und der erreichten Höchstgeschwindigkeit. Die gleichartigen Fahrten der verschiedenen Lokomotiven sind untereinander dargestellt. Die Schaulinien geben in den Höhen die Geschwindigkeit in km/St., in den Längen die Zeit an. Da alle Fahrten auf annähernd gleich langer Strecke erfolgten, gestattet die Fahrzeit unmittelbar einen Schlufs auf die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Lokomotiven. Mafsgebend sind die Fahrten 4 und 6, welche die Höchstleistungen darstellen.

Taf. III würde einen Vergleich der reinen Maschinenleistung zulassen, wenn alle Kessel für die Fahrten ausreichenden Dampf entwickelt hätten. Dies ist aber nicht durchweg der Fall gewesen.

Die Dampfentwickelung von Nr. II blieb hinter deren Maschinenleistung zurück. Aus demselben Grunde mufste bei der Fahrt 4 der Lokomotive Nr. IV beim Anfahren des Zuges von sechs Wagen mit Dampf gespart werden, um beim Erreichen der Höchstgeschwindigkeit genügend Dampf zur Verfügung zu haben.

Bei den modernen Lokomotiven reichte der Kessel aus um die Höchstleistung der Lokomotivmaschine auf der 23 km langen Strecke zu erproben, wobei die Luftverdünnung in der Rauchkammer allerdings über 400 mm Wassersäule stieg; nur die für 130 km/St. gebaute Lokomotive Nr. VI hatte bei 250 mm Luftverdünnung noch bedeutenden Überschufs an Dampf.

Dafs Nr. II gegen Nr. IV erheblich zurückgeblieben ist, mufs auf die geringere Heizfläche, die verhältnismäfsig grofse Leistung von Nr. I gegen Nr. II auf den geringen Eigenwiderstand der ersteren zurückgeführt werden.

Die Mehrleistung von Nr. V gegen Nr. IV läfst sich nur durch geringern Eigenwiderstand erklären. Nr. V hat kürzere Dampfwege, Kolbenschieber statt Flachschiebern für die Hochdruckzylinder, kleinern Kolbenhub und eine günstigere Anordnung des Triebwerkes, die Kolbenkräfte gleichen sich an einer Achse aus, beide Zylinderpaare werden von einer Welle gesteuert und die bewegliche hintere Laufachse verursacht nur geringe Reibung zwischen Radkranz und Schiene.

Die Leistungen von Nr. III und Nr. VI sind gleich. Die Fahrzeit würde sich ebenfalls gleich stellen, wenn man bei Nr. VI bei Fahrt 4 20 Sek., bei Fahrt 6 50 Sek. als Verlust durch Schleudern beim Anfahren in Abzug bringt. Dieses Schleudern wird hervorgerufen durch zu grofse Drehmomente bei grofsen Füllungen des Hochdruckzylinders im Anfahrabschnitte, in dem der Dampfdruck voll zur Geltung kommt. Es tritt selbst bei mäfsigen Geschwindigkeiten von 60 bis 80 km/St. noch ein, hört jedoch bei gröfserer Geschwindigkeit auf, da dann der Dampf nicht mehr mit voller Spannung während des ganzen Hubes auf die Kolben wirkt, wie das aus den bei dieser Lokomotive aufgenommenen Schaulinien folgt.

Nr. VI mufs also mit kleiner Füllung anfahren, wenn nicht Verluste durch Schleudern eintreten sollen, sie wird also im Anfahrabschnitte der Lokomotive Nr. III nachstehen.

Dafs Heifsdampf viel gröfsere Geschwindigkeiten annimmt, als Nafsdampf, macht ihn für schnelle Fahrten besonders geeignet. Bezeichnend hierfür ist der Druck im Schieberkasten. Während der an den Schieberkasten angeschlossene Spannungsmesser bei der Heifsdampf-Lokomotive stets annähernd gleiche Spannung zeigte, war er bei gröfserer Geschwindigkeit an Nr. V Schwankungen unterworfen. Von der Maschinenbaugesellschaft Grafenstaden aufgenommene Schieberkasten-Schaulinien zeigen bei 110 km/St. bereits Schwankungen von etwa 2 At.

Tafel IV zeigt beispielsweise die Aufzeichnungen für schnellste Fahrten der Lokomotive Nr. V mit sechs Wagen, aus denen besonders die Ausschläge des Drehgestelles und der Laufachse bei den verschiedenen Geschwindigkeiten hervorgehen. Die Ausschläge sind wegen des starken Arbeitens der Lokomotive beim Anfahren für die geringeren Geschwindigkeiten etwas gröfser, als wenn die Lokomotive dauernd mit der betreffenden Geschwindigkeit fährt, wie sich aus den Aufzeichnungen bei den ersten Versuchsfahrten ergeben hat.

Die starken Ausschläge, insbesondere am Anfange der Fahrt, sind beim Durchfahren von Weichen oder beim Einlaufen in Gleisbogen aufgetreten.

Der Unterschied zwischen den Ausschlägen des äufsersten Punktes des Drehgestelles und denen des Zapfens gibt ein Bild von den eigenen Bewegungen des Drehgestelles in den Schienen, welche durch das Anlaufen bedingt werden.

Neben der Geschwindigkeit-Schaulinie ist der am Zughaken gemessene Widerstand eingetragen und zwar nach der Mittellinie aus der Zickzackaufzeichnung. Die Werte für den Beharrungszustand sind aber nach der Formel $W = 1,5 + 0,012\ V + 0,00003\ V^2$ errechnet worden, da die Spannlinie keinen genügenden Anhalt gewährt.

Die am Zughaken des Tenders abgegebene Arbeit in PS ist darunter dargestellt, um zu zeigen, wie erheblich diese Arbeit mit zunehmender Geschwindigkeit abnimmt, da die Lokomotive, welche bei beiden Fahrten mit sechs und mit drei Wagen mit denselben Füllungen arbeitete, also dieselbe Dampfdruckleistung verrichtete, bei der Fahrt mit drei Wagen erheblich mehr Arbeit für ihre eigene Beschleunigung und zur Überwindung der inneren Widerstände verbraucht hat.

Die Bewegung der Lokomotive gegen den Tender zeigte keine auffallenden Erscheinungen. Der Schreibstift bewegte sich während der Fahrt in dem überstrichelten Teile der Abb. 6, Taf. II, die weiten Ausschläge traten nur in den Weichen der Anfangs- und Endstation ein.

Auf Taf. I sind beispielsweise die Geschwindigkeiten sowie die störenden Bewegungen der Lokomotiven I, II und III und die Füllungsgrade für die schnellsten Fahrten in Bezug auf die Fahrstrecke dargestellt.

Für die Ausschläge des Drehgestellzapfens und der Laufachse, welche auf Taf. IV in ihrem Verlaufe genau angegeben sind, wurden für die Fahrt mit drei Wagen die ungefähren Begrenzungslinien ermittelt und in natürlicher Gröfse aufgetragen; die Spitzen gaben einzelne besonders starke Ausschläge an.

Aufser diesen Linien, welche den Grad des Schlingerns der Lokomotive darstellen, wurden die Schaulinien für das Wanken und Zucken durch Wellen- und Zickzacklinien eingetragen. Der Grad des Schwankens und Zuckens ist nur beobachtet, nicht gemessen worden; die Beziehung auf die Fahrstrecke zeigt, in wie weit ihre Eigentümlichkeiten die Bewegung der Lokomotiven beeinflufst haben. So stellt sich z. B. heraus, dafs die Ausschläge bei km 17,6 und 18,5 durch eine schlechte Stelle in der Strecke beeinflufst sind. Da nun eine lange Betriebstrecke auf die Dauer nicht in dem vorzüglichen Zustande der Versuchstrecke gehalten werden kann, so folgt, dafs Eigenbewegungen im Betriebe in stärkerm Mafse auftreten werden, als bei den Versuchen.

Zu den einzelnen Bewegungen ist folgendes zu bemerken: Das Schlingern, welches durch die Nachgiebigkeit des Drehgestelles bedingt ist, wird erst gefährlich, sobald der Ausschlag der Feder vollständig ausgenutzt ist und das Zapfenlager an die Führung anstöfst. Sobald dies der Fall ist, beginnt die Lokomotive stärker zu wanken. Dies zeigte sich an der Lokomotive Nr. II, deren Drehgestell leicht nachgiebige Schneckenfedern für die Rückstellung besitzt, und daher schon bei geringen Geschwindigkeiten den Hub von 20 mm ausnutzt.

Aufser bei dieser Lokomotive fand Anschlagen des Drehgestelles nur bei Nr. V statt und zwar bei Geschwindigkeiten über 120 km/St., was dann stärkeres Wanken der Lokomotive zur Folge hatte.

Die $^2/_5$ gekuppelten Schnellzuglokomotiven zeigen aber die Schwankungen schon bei geringeren Geschwindigkeiten beim Übergange in Gleisbogen und bei Unebenheiten des Gleises, mögen die Lokomotiven eine feste hintere Laufachse, wie Nr. IV, oder eine bewegliche Laufachse wie Nr. V besitzen. Diese Grundform scheint deshalb nicht für Geschwindigkeiten über 120 km/St. geeignet zu sein.

Sehr erhebliche Zuckungen traten bei Nr. III bei etwa 125 km/St. und bei Nr. VI bei etwa 115 km/St. auf, wenn der Zug nicht fest gekuppelt war. Diese Zuckungen, welche im Zugkraftmesser Spannkräfte bis 11 000 kg hervorriefen, sind auf ein Zusammenfallen der Schwingungszeit der Tenderfedern und der Umdrehung der Lokomotivmaschine zurückzuführen. Sobald die Lokomotive eine um etwa 5 km/St. höhere Geschwindigkeit erlangt hatte, oder wenn der Zug mit dem Tender festgekuppelt war, hörten diese Zuckungen fast ganz auf. Dafs dies eine Eigenschaft der Zweizylinder-Maschine ist, oder solcher Maschinen, die in Bezug auf Zucken diesen gleich zu achten sind, wurde auf einer Leerfahrt mit einer $^2/_5$ gekuppelten vierzylindrigen Lokomotive festgestellt, welche bei dem günstigen Massenausgleiche derartige Bewegungen bis zu 130 km/St. nicht zeigte.

Aufser den Zuckbewegungen traten bei Nr. III bei Fahrten mit Füllungen unter 30 % Stöfse auf, welche ein für die Lokomotivteile, wie für die Besatzung auf die Dauer schädliches Zittern erzeugen. Die Stöfse dürften auf einen schädlichen Druckwechsel im toten Punkte wegen zu hoher Zusammendrückung zurückzuführen sein.

Ganz anstandslos ist nur die Lokomotive Nr. I gelaufen, welche freilich die gefährliche Geschwindigkeitsgrenze auch nicht erreicht hat.

Schlufsbemerkung.

Aus den Versuchen geht hervor, dafs die jetzt im Betriebe befindlichen Schnellzuglokomotiven auf einer Strecke mit schwerem Oberbau ohne Gefahr noch mit 120 km/St. laufen können, dafs es sich jedoch mit Rücksicht auf Krümmungen und schlechte Stellen im Gleise nicht empfiehlt, die $^2/_5$ gekuppelten Schnellzuglokomotiven bei Geschwindigkeiten über 110 km/St. zu verwenden. Für Fahrten über 110 km/St. dürfte es sich empfehlen, nur $^2/_4$ gekuppelte Lokomotiven zu verwenden, wenn aber die Kesselleistung bei diesen nicht ausreichen sollte, zur $^2/_6$ gekuppelten Lokomotive überzugehen.

Obgleich die Schlingerbewegungen eine Zweizylinder-Lokomotive ohne weiteres zulassen würden, müfste wegen des bessern Massenausgleiches gegen Zucken doch zur Vierzylinderlokomotive trotz des gröfsern Eigenwiderstandes übergegangen werden, falls es nicht gelingt, durch Abstimmung der Tenderfedern das Zucken zu beseitigen. Endlich würde für gröfsere Geschwindigkeit Heifsdampf von Vorteil sein, da der Nafsdampf starke Spannungsverluste beim Durchströmen der Leitungen und Steuerungsteile erleidet.

Zusammenstellung II.

Lokomotive I.
Tender: 4 t. 16.

Betriebsgewicht der Lokomotive 51700 kg
" des Tenders . 22120 "
Wasservorrat . . . . 16000 "
Kohlenvorrat . . . . 5000 "

Kesselspannung . . . . 12 at
Zylinderdurchmesser . . 460/650 mm
Triebraddurchmesser . . 1980 "
Kurbelhalbmesser . . . 300 "

Heizfläche 118 qm
Rostfläche 2,27 "

Versuch Nr.	Anzahl der Wagen	Gewicht der Wagen im ganzen	Erreichte Geschwindigkeit	Im Zustande der gröfsten Geschwindigkeit betrug: die Zugkraft am Zughaken des Tenders	die Füllung im Hochdruckzylinder	die Kesselspannung	Luftverdünnung in der Rauchkammer mm Wassersäule	Ausschlag des Drehgestelles: am Zapfen	Ausschlag des Drehgestelles: am äufsersten Punkte gegen den Lokomotivrahmen	Geschwindigkeit bei Beginn der Notbremsung	Bremsweg	Bremszeit	Höhe des Wasserstandes über der Marke des niedrigsten Wasserstandes bei Beginn des Versuches	am Ende des Versuches	Geschwindigkeit und Richtung des Windes	Bemerkungen
		t	km/St	kg		at		mm	mm	km/St	m	Sek	cm	cm		
1	6	221	68	1200	0,3	12	35	9	10	60	160	17	16	6	7,5 m/Sek, schräg von vorn	—
2	6	221	85	1600	0,4	12	120	11	16	85	365	28	16	6	6 m/Sek, schräg von hinten	—
3	6	221	104,5	2000	0,65	12	300	17	19	104,5	500	35	18	3	9 m/Sek, von vorn	—
4	6	221	105	1900	0,70	11	330	14	20	101	577	38	16	2	7 m/Sek, schräg von hinten	—
5	6	221	106	1900	0,70	12,5	400	—	22	105	580	36	18	4	4,5 m/Sek, schräg von vorn	—
6	6	221	113	1800	0,80	12,5	400	16	24	112	695	42	17	4	4,5 m/Sek, von hinten	—
7	3	108,5	105	1200	0,42	12,5	180	18	21	104	510	33	17	11	6,5 m/Sek, von vorn	—
8	3	108,5	119	1600	0,75	12,0	400	20	27	118	720	38	18	2	5 m/Sek, von der Seite	Leichtes Zittern bei Höchstgeschwindigkeit
9	3	108,5	116	1700	0,80	12,0	>400	22	26	114	635	37	17	3	6 m/Sek, von der Seite	—
10	3	108,5	117,5	1600	0,80	12,5	>400	21	30	114	645	41	18	2	6,5 m/Sek, von der Seite	—

Zusammenstellung III.

Lokomotive II.
Tender: 4 t. 16.

Betriebsgewicht der Lokomotive 57700 kg
" des Tenders . 22000 "
Wasservorrat . . . . 16000 "
Kohlenvorrat . . . . 5000 "

Kesselspannung . . . . 14 at
Zylinderdurchmesser . . 340/530 mm
Triebraddurchmesser . . 1980 "
Kurbelhalbmesser . . . 320 "

Heizfläche 122 qm
Rostfläche 2,28 "

Versuch Nr.	Anzahl der Wagen	Gewicht der Wagen im ganzen	Erreichte Geschwindigkeit	Zugkraft	Füllung	Kesselspannung	Luftverdünnung	am Zapfen	am äufsersten Punkte	Geschwindigkeit bei Beginn der Notbremsung	Bremsweg	Bremszeit	bei Beginn	am Ende	Geschwindigkeit und Richtung des Windes	Bemerkungen
1	6	231	72	850	0,35	14,5	50	3	12	62	205	23	17	13	—	—
2	6	231	94	1300	0,40	14,3	120	12	19	85	1170?	92	17	4	—	An Stelle der Not remsung wurde eine Betriebsbremsung ausgeführt
3	6	231	105	1400	0,50	14,1	300	14	29	92	470	36	17	9	—	Bei km 19,2 leichtes Schlingern und Querschwankungen der Lokomotive
4	6	231	108	1400	0,60	13,8	350	18	26	94	470	35	14	2	—	—
5	6	231	98	1500	0,60	13,8	400	19	33	96	800	48	12	2	3,5 m/Sek, von der Seite	Betriebsbremsung an Stelle der Notbremsung ausgeführt
6	6	231	108	1600	0,60	13,9	400	19	38	102	580	38	16	2	—	Bei km 13,8 Querschwankungen der Lokomotive
7	3	118,5	105	1000	0,50	14,1	360	14	27	105	680	47	16	6	3,5 m/Sek, schräg von vorn	Bei km 22,0 Querschwankungen der Lokomotive
8	3	118,5	120	1100	0,50	14,4	310	19	35	114	750	46	14	8	—	Bei km 19 6 und 14,4 mäßige Schlingerbewegungen, bei km 14,4 außerdem Querschwankungen
9	3	118,5	118	Uhr versagte	0,55	14,1	400	19	35	116	870	50	17	7	3 m/Sek, schräg von vorn	—
10	3	118,5	120	1100	0,60	14,0	400	19	36	120	880	50	16	2	3 m/Sek, schräg von hinten	—
11	1	39,3	105	400	0,35	14,6	110	17	30	102	640	43	16	11	—	—
12	1	39,3	128	500	0,50	13,8	340	20	43	123	1000	56	17	2	—	—
13	1	39,3	124	600	0,55	14,1	370	19	37	124	970	55	14	5	—	Bei km 25,4 Querschwankungen der Lokomotive
14	1	39,3	125	500	0,50	13,8	330	20	36	124	920	50,5	10	2	—	—

Zusammenstellung IV.

Lokomotive III.

Tender: 4 t. 16.

Betriebsgewicht der Lokomotive	53850 kg	Kesselspannung	12 at	Heizfläche .	101,7 qm
Leergewicht des Tenders . . .	22000 „	Zylinderdurchmesser . .	530 mm	Überhitzung	30,75 „
Wasservorrat	16000 „	Triebraddurchmesser . .	1980 „	Rostfläche .	2,27 „
Kohlenvorrat	5000 „	Kurbelhalbmesser . . .	300 „		

Versuch Nr.	Anzahl der Wagen	Gewicht der Wagen im ganzen	Erreichte Geschwindigkeit	Im Zustande der größten Geschwindigkeit betrug: die Zugkraft am Zughaken des Tenders	die Füllung im Hochdruckzylinder	die Kesselspannung: Kessel	Schieberkasten	Überhitzung	Luftverdünnung in der Rauchkammer mm Wassersäule	Ausschlag des Drehgestelles am Zapfen	Ausschlag des Drehgestelles am äußersten Punkte gegen den Lokomotivrahmen	Geschwindigkeit bei Beginn der Notbremsung	Bremsweg	Bremszeit	Höhe des Wasserstandes über der Marke des niedrigsten Wasserstandes bei Beginn des Versuches	am Ende des Versuches	Geschwindigkeit und Richtung des Windes	Bemerkungen
		t	km St	kg		at				mm	mm	km St	m	Sek	cm	cm		
1	6	221	66	800	0,30	12	5	345	20	7	9	62	160	18	19	15	—	—
2	6	221	90	1200	0,30	12	7	360	110	9	16	85,5	395	28	19	17	—	—
3	6	221	111	1400	0,25	12	11	360	200	12	17	101	650	38	18	11	—	Schleudern beim Anfahren. Zittern vermutlich infolge des Druckwechsels in den Achslagern
4	6	221	121	1550	0,40	11	10	370	280	15	19	117	845	46	19	1	—	—
5	6	221	128	1700	0,35	12	11	390	360	16	23	123	900	48	19	4	—	—
6	6	211	126	1700	0,40	12	11	410	400	13	19	126	945	50	18	3	—	—
7	3	109	111	900	0,30	12	6	350	100	10	14	104	540	34	19	15	—	Bei geringer Füllung starke Stöße im Triebwerke
8	3	109	131	1400	0,30	11	10	400	280	13	20	127	830	44	19	2	—	Bei 130 km/St Geschwindigkeit starkes Zucken
9	3	109	130	1000	0,30	12	11	365	240	16	20	124	740	46	19	10	Wind von hinten 4,5 m	Geschwindigkeit wurde wegen starken Zuckens nicht über 130 km St gesteigert
10	3	109	136	nicht gemessen	0,40	11	10	380	400	14	24	133	995	48	19	1	Wind von vorn 4,5 m	Zugkraftmesser wurde abgenommen, um den Zug fester anzukuppeln. Bei 130 km St traten deutlich wahrnehmbare Zukkungen auf

Zusammenstellung V.

Lokomotive IV mit langer Feuerkiste

Tender: 4 t. 20.

Betriebsgewicht der Lokomotive	65950 kg	Kesselspannung	14 at	Heizfläche	155 qm
Leergewicht des Tenders . . .	21140 „	Zylinderdurchmesser . .	340/560 mm	Rostfläche	2,72 „
Wasservorrat	20000 „	Triebraddurchmesser . .	1980 „		
Kohlenvorrat	5000 „	Kurbelhalbmesser . . .	320 „		

Versuch Nr.	Anzahl der Wagen	Gewicht der Wagen im ganzen	Erreichte Geschwindigkeit	Zugkraft	Füllung	Kesselspannung	Luftverdünnung	Ausschlag am Zapfen	Ausschlag am äußersten Punkte	Geschwindigkeit bei Beginn der Notbremsung	Bremsweg	Bremszeit	Wasserstand bei Beginn	am Ende	Geschwindigkeit und Richtung des Windes	Bemerkungen
1	6	224	70	650	0,25	13,2	35	3	7	68	325	28	11	6	4,5 m/Sek, schräg von hinten	—
2	6	224	85	1200	0,35	14,0	85	4	14	85	360	28	10	5	4,5 m/Sek, schräg von vorn	—
3	6	224	105	1150	0,40	14,0	230	4	14	102	520	34	14	7	5 m/Sek, schräg von hinten	—
4	6	224	105	1500	0,60	14,0	320	4,5	20	105	660	40	13	2	5 m/Sek, schräg von vorn	—
5	6	224	111	1400	0,60	14,0	370	4,5	18	108	628	40	14	1	3,5 m/Sek, schräg von hinten	Leichtes Schneetreiben
6	6	224	108	1500	0,60	14,0	330	3,0	14	105	600	38	16	1	3,5 m/Sek, schräg von vorn	—
7	3	109	105	900	0,38	13,7	180	4,5	13	104	640	40	17	5	2 m/Sek, von der Seite	Frost
8	3	109	121	1200	0,60	14,2	380	4,5	13	114	650	40	17	2	2 m/Sek, schräg von vorn	Frost
9	3	109	123	Uhr versagte	0,70	14,2	400	5	13	116	725	41	18	5	2 m/Sek, von der Seite	Frost
10	3	109	120	1200	0,70	14,4	400	4	10	120	760	41	16	1	2 m Sek, schräg von vorn	Frost

Zusammenstellung VI.

Lokomotive V.

Tender: 4 t. 19.

Betriebsgewicht der Lokomotive	61400 kg	Kesselspannung	14 at
Leergewicht des Tenders	20430 „	Zylinderdurchmesser	$^{360}/_{560}$ mm
Wasservorrat	19000 „	Triebraddurchmesser	1980 „
Kohlenvorrat	5000 „	Kurbelhalbmesser	300 „

Heizfläche 162 qm

Rostfläche 2,7 „

Versuch Nr.	Anzahl der Wagen	Gewicht der Wagen im ganzen	Erreichte Geschwindigkeit	Im Zustande der größten Geschwindigkeit betrug: die Zugkraft am Zughaken des Tenders	die Füllung im Hochdruckzylinder	die Kesselspannung	Luftverdünnung in der Rauchkammer mm Wassersäule	Ausschlag des Drehgestelles am Zapfen	Ausschlag des Drehgestelles am äußersten Punkte gegen den Lokomotivrahmen	Laufachse	Geschwindigkeit bei Beginn der Notbremsung	Bremsweg	Bremszeit	Höhe des Wasserstandes über der Marke des niedrigsten Wasserstandes bei Beginn des Versuches	am Ende des Versuches	Geschwindigkeit und Richtung des Windes	Bemerkungen
		t	km St	kg		at		mm	mm		km St	m	Sek	cm	cm		
1	6	221	65	700	0,20	13,9	25	30	15	10	61	190	20	22	6	4 bis 6 m/Sek, schräg von hinten	Leichter Frost
2	6	221	84	1300	0,30	14,8	85	17	21	14	82	365	29	23	11	4 bis 6 m/Sek, schräg von vorn	Leichter Frost
3	6	221	105	1500	0,40	14,4	200	25	25	21	105	800	49	23	13	3,5 m/Sek, schräg von hinten	Leichter Frost
4	6	221	111	1800	0,55	14,0	400	21	35	23	108	770	44	22	3	3,5 m/Sek, schräg von vorn	Leichter Frost. Mehrfach Querschwankungen bei km 17,6 und 21,2
5	6	221	117	1550	0,52	14,6	400	27	37	30	114,5	860	49	22	6	2 m/Sek, von der Seite	Lokomotive zog nicht an. Querschwankungen bei km 17,6 und 22,6. Feuchte Schienen
6	6	221	118	1700	0,60	13,9	450	27	43	26	115	770	44	23	0	2 m/Sek, von der Seite	Querschwankungen bei km 17,6. Lokomotive zog schlecht an. Feuchte Schienen.
7	3	114	105	800	0,25	15,0	—	23	35	21	102	600	38	22	14	2 m/Sek, von der Seite	Leichte Querschwankungen bei km 17,6 und 24.
8	3	114	124	1200	0,50	14,5	330	35	43	28	124	825	44	22	6	2 m/Sek, von der Seite	Leichte Querschwankungen bei km 7,6 und in verschiedenen Bogen
9	3	114	125	1000(?)	0,55	14,8	400	32	43	28	124,5	960	49	23	6	6 m/Sek, von der Seite	Leichte Querschwankungen bei km 17,6 und in verschiedenen Bogen. Leichter Frost
10	3	114	126,5	1000(?)	0,60	14,8	400	30	46	28	124,5	925	49	26	0	6 m/Sek, von der Seite	Leichter Frost

Zusammenstellung VII.

Lokomotive VI.

Tender: 4 t. 20.

Betriebsgewicht der Lokomotive	88 00 kg	Kesselspannung	14 at
„ des Tenders	59600 „	Zylinderdurchmesser	524 mm
Wasservorrat	20000 „	Triebraddurchmesser	2200 „
Kohlenvorrat	7000 „	Kurbelhalbmesser	315 „

Heizfläche 244,57 qm

Rostfläche 4,4 „

Versuch Nr.	Anzahl der Wagen	Gewicht der Wagen	Erreichte Geschwindigkeit	Zugkraft	Füllung	Kesselspannung	Luftverdünnung	Zapfen vorn	Zapfen hinten	Äußerster Punkt vorn	Äußerster Punkt hinten	Geschwindigkeit bei Beginn der Notbremsung	Bremsweg	Bremszeit	Wasserstand bei Beginn	am Ende	Geschwindigkeit und Richtung des Windes	Bemerkungen
1	6	221	119	1100	0,70	14	90	12	4	21	6	118	1000	49	—	—	4 m/Sek, schräg von hinten	—
2	6	221	118	1300	0,60	14	120	12	4	20	6	118	810	43	—	—	4 m/Sek, schräg von vorn	—
3	6	221	108	1300	0,50	14	180	—	—	—	—	108	790	47	—	—	6 m/Sek, von vorn	Fahrt wurde unterbrochen, da durch Lösen der Signalscheibe eine der vordern Fensterscheiben eingeschlagen war.
4	6	221	117	1600	0,74	14	170	20	4	—	7	117	825	49	5	5	6 m/Sek, schräg von hinten	Lokomotive fuhr schlecht an. Zuckungen bei 115 km/St
5	6	221	128	1700	0,77	14	240	19	5	36	12	127,5	1120	57	7	6	1,5 m/Sek, von vorn	Zuckungen bei 115 km St. Lokomotive zog schlecht an
6	6	221	127	nicht gemessen	0,76	14	200	14	4	26	12	127	1050	53	8	0	windstill	Zugkraftmesser herausgenommen, um den Zug festzukuppeln. Zuckungen wurden nicht bemerkt
7	3	109	137	1300	0,76	14	230	26	5	40	11	137	1280	62	7	5	4,5 m/Sek, von hinten	Bei 115 km St starke Zuckungen, diese hörten bei 125 km/St auf
8	3	109	136	nicht gemessen	0,77	14	210	27	5	42	11	136	1050	52	3	1	4 m/Sek, von der Seite	Zugkraftmesser herausgenommen, sehr ruhiger Gang. Lokomotive zog schlecht an

Fallscheibenwerk zum Anzeigen der Gleise bei Verschiebebewegungen.

Von **Schepp**, Regierungs- und Baurat zu Elberfeld.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 11 auf Tafel V.

Auf Verschiebebahnhöfen ist es bei den Ablaufbergen oft der örtlichen Verhältnisse halber nicht angängig, das Weichenstellwerk so nahe an den obern Gefällbrechpunkt heranzuschieben, dafs sich der Verschiebemeister ohne weiteres mit dem Weichensteller verständigen kann*). In solchen Fällen ist es angezeigt, besondere Vorrichtungen anzubringen, mittels deren der Verschiebemeister die Nummern der Gleise vormeldet, in die die ablaufenden Wagen gelangen sollen. Dasselbe Bedürfnis liegt auch häufig vor, wo das Stellwerk bei wagerechten Weichenstrafsen und Ausziehgleisen nicht in Rufweite liegt, oder auch durch zwischenliegende Hauptgleise von den Verschiebegleisen getrennt ist.

Mit lauttönenden Fernsprechern**) ist gute Verständigung nicht überall zu erreichen, weil die Stimme bei dem Geräusche der ablaufenden Wagen nicht immer verständlich genug ist; auch können bei kurzer Folge der Wagen leicht Verwechselungen eintreten. Ferner hat sich bei dem Fernzeiger von Siemens und Halske***) in flottem Betriebe herausgestellt, dafs die Aufträge recht viel Zeit erfordern, weil der Zeiger am Ablaufberge von Nummer zu Nummer mit zwischenliegenden Pausen zu drehen ist, bis er die in Frage kommende Gleisnummer erreicht, und bis damit auch der gleichlaufende Zeiger im Stellwerke die richtige Lage einnimmt. Schliefslich läfst sich gegen die von Othegraven†) eingeführte Meldevorrichtung, bei der ein Schaltbrett am Ablaufberge und aufleuchtende Glühlampen im Stellwerke verwendet werden, einwenden, dafs sie, so gut sie sich in vielen Fällen im Nachtbetriebe bewährt, für den Tagesbetrieb weniger geeignet erscheint.

Den vorbezeichneten Einrichtungen gegenüber sei hier auf eine Vorrichtung hingewiesen, die seit längerer Zeit im Bezirke der Eisenbahndirektion Elberfeld mit Erfolg verwendet wird. Als Vorbild haben dabei die Einrichtungen der mit Batteriestrom betriebenen Hausklingelanlage gedient, bei der eine Zeigertafel im Dienerzimmer und Druckknöpfe in den Wohnzimmern angebracht sind. Die auf einem Brette vereinigten, mit den Gleisnummern bezeichneten Druckknöpfe werden auf dem Ablaufberge (Abb. 1, Taf. V) angebracht, die Zeigertafel mit den Gleisnummern steht im Stellwerke an der Wand hinter dem Hebelgestelle. Drückt der Verschiebemeister eine seiner Tasten, so erscheint die zugehörige Nummer am Fallscheibenwerke im Stellwerke (Abb. 2 und 3, Taf. V) und der darüber angebrachte Wecker ertönt. Hat sich der Weichensteller die Nummern gemerkt, so drückt er eine am Hebelgestelle zwischen den Weichenhebeln angebrachte Taste (Abb. 6 und 7, Taf. V); dadurch verschwindet die Nummer auf seiner Zeigertafel und gleichzeitig ertönt der auf dem Tastenbrette am Ablaufberge (Abb. 8, 9 und 10 Taf. V) angebrachte Wecker zur Bestätigung des erhaltenen Auftrages. Die Zahlen des Fallscheibenwerkes sind in der Ruhestellung durch die schwarzen Scheiben verdeckt, die sich am obern Ende der gleicharmigen Ankerhebel befinden.

Wird die Taste 1 am Tastenständer niedergedrückt, so wird der Stromlauf (Abb. 11, Taf. V) geschlossen, der vom Zinkpole der Batterie zur Taste 1 und von da zum Elektromagneten 1a des Fallscheibenwerkes und über den Wecker dieses Werkes zum Kupferpole der Batterie führt. Dadurch wird der Ankerhebel angezogen, wobei die Scheibe 1 erscheint, und der Wecker wird in Tätigkeit gebracht. Damit der Stromlauf während der Betätigung des mit Stromunterbrechung arbeitenden Weckers, dessen Spulen 8 Ohm Widerstand haben, geschlossen bleibt und Zurückfallen des Ankers verhindert wird, ist vor dem Wecker eine zweite Leitung über einen Widerstand von 20 Ohm nach dem Kupferpole abgezweigt. Drückt demnächst der Weichensteller seine Taste nieder, so schliefst er zwei Stromkreise; der eine geht vom Zinkpole über den Wecker, der dabei in Tätigkeit kommt, und die Taste des Weichenstellers zur Batterie zurück, der andere geht von der Batterie zur Taste des Weichenstellers und über die Elektromagnete 1b, 2b, 3b zur Batterie zurück, wobei der Ankerhebel 1 und etwa sonst noch umgelegte Ankerhebel in die Ruhelage zurückkehren.

Auf einem Wandbrette wird das Fallscheibenwerk (Abb. 2 und 3, Taf. V) angebracht, darunter durch einen Holzkanal damit verbunden der Schrank zur Einführung des Kabels. Die Drucktaste des Weichenstellers (Abb. 6 und 7, Taf. V) befindet sich auf einem Winkeleisenständer etwa in der Mitte des Hebelgestelles Der Tastenständer (Abb. 4 und 5, Taf. V) wird meistens im Freien aufgestellt werden müssen; es empfiehlt sich daher, ihn aus Eichenholz herzustellen. An seinem untern Ende wird das Kabel eingeführt und mit einem Endverschlusse versehen. Am obern Ende trägt der Ständer die Tastenplatte (Abb. 8 bis 10, Taf. V), die etwas nach innen geneigt ist, um sie gegen Regenwasser zu schützen. Auch wird der Wecker zweckmäfsig in das Innere des Ständers gelegt, um ihn gegen Witterungseinflüsse zu schützen. Für die Leitung wird mit Papier- oder Faserstoff-Wickelung hergestelltes Kabel verwendet.

Vom Weichensteller kann mittels des Weckers das »Halt«-Signal gegeben werden; der Verschiebemeister gibt durch Betätigung dafür bestimmter Fallscheiben und des Weckers den Beginn und die Beendigung des Ablaufens an. Sind mehrere Stellwerke bei dem Verschiebegeschäfte beteiligt, so werden Fallscheibenwerke in jedem angebracht, und unter einander und mit dem Tastenständer verbunden.

Die Kosten für ein 15 teiliges Fallscheibenwerk betragen: Fallscheibenwerk 40 M., Druckknopfplatte 10 M., 2 Wecker 6 M., Tastenständer 48 M., Wandbrett mit Kabelschrank 22 M.,

*) Organ 1903, S. 44, 85 und 157; 1902, S. 38; 1900, S. 110 und 272; 1899 S. 218; 1896, S. 156.

**) Organ 1900, S. 110.

***) Organ 1903, S. 44 und 85.

†) Organ 1899, S. 218.

wozu noch die Kosten des Kabels mit etwa 1,75 M/m kommen, dessen Länge 100 bis 300 m betragen mag, sowie die Kosten des Winkeleisenständers, Kabelendverschlusses und der Arbeitslohn.

Sollten bei Anlagen für grofsen Betrieb Läutewerke an den Berggleisen und Sicht-Signale erforderlich werden, so empfiehlt es sich, sie in die vorbeschriebenen Einrichtungen einzubeziehen, wobei es allerdings nötig wird, die Anlage unter entsprechender Änderung des Fallscheibenwerkes mit Gleichstrominduktoren oder auch mit Starkstrom zu betreiben.

Über Schwellenverdübelungen nach dem System der Dübelwerke, G. m. b. H. zu Frankfurt a. M.

Von **Eppers**, Eisenbahnbau- und Betriebs-Inspektor zu Westerburg.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 19 auf Tafel VIII.

Das Verfahren der Schwellenverdübelung*) ist die Erfindung eines französischen Ingenieurs Collet**) und auf französischen Bahnen schon seit einigen Jahren in Aufnahme gekommen. In Deutschland wird das Verfahren erst neuerdings in gröfserm Umfange angewendet. Bei den preufsischen Staatsbahnen ist auf Anregung der Direktion Essen vor etwa vier Jahren in fünf Direktionsbezirken mit Versuchen begonnen worden.

Der erste gröfsere Versuch scheint bei der Betriebs-Inspektion I zu Frankfurt a. M. vorgenommen zu sein. Nachdem zu Anfang des Jahres 1901 nur etwa 150 m Gleis verdübelt worden waren, wurde im Jahre 1902 eine Länge von etwa 2,5 km auf der Strecke Frankfurt a. M.—Höchst der Taunusbahn mit verdübelten Schwellen ausgerüstet. Zu Anfang dieses Jahres ist dann auf der Linie Friedrichsdorf—Friedberg eine Strecke von etwa 3 km zum kleinern Teile von Hand, zum gröfsern Teile mit Maschinen verdübelt worden. Nachstehend soll das Verfahren selbst eingehend besprochen und die gewonnenen Erfahrungen sollen mitgeteilt werden.***)

A. Der Dübel.

Die Form des Dübels geht aus Abb. 5, 6, 17 und 18, Taf. VIII hervor. Der Dübel besitzt ein kräftiges Gewinde von 15 mm Ganghöhe und 5 mm Gangtiefe. Sein Kopf besteht aus einem walzen- und einem kegelförmigen Teile. Beim Einschrauben in die Holzschwelle prefst sich der Kegel fest gegen die Fasern der Schwelle, sodafs ein Eindringen von Feuchtigkeit zwischen die Fasern der Schwelle und die Aufsenfläche des Dübels vermieden wird. Der nach dem Einschrauben überstehende Walzenteil wird nachträglich abgefräst. Der Durchmesser beträgt oben 53 mm, unten 35 mm. Die Länge wechselt je nach der Stärke der Schwelle zwischen 120 und 180 mm, doch sind nach Angabe der Dübelwerke schon Dübel von 240 mm Länge zum Einschrauben in Brückenbalken geliefert worden.

Auf die untere Fläche des Dübels wird zum Schutze gegen das Aufreifsen beim Einschrauben der Schwellenschrauben oder Einschlagen der Hakennägel eine aus Stahlblech gestanzte Zwinge geprefst. Die innere Bohrung des Dübels ist der Form der Schienenbefestigungsmittel angepafst und beispielsweise zur Aufnahme der Schwellenschraube im obern, kürzern Teile kegel-, im untern längern walzenförmig gestaltet.

Für die preufsischen Staatsbahnen werden drei Formen geliefert: Form C mit einer Bohrung von 16 mm Durchmesser für Schwellenschrauben von 15 mm Kerndurchmesser, Form D mit einer Bohrung von 17,5 mm Durchmesser für Schwellenschrauben von 16,5 mm Kerndurchmesser und Form H für Hakennägel. Letztere unterscheidet sich von den beiden erstern durch gröfsere Länge des Kegelteiles.

Zur Herstellung des Dübels wird Weifsbuchenknüppelholz mit geringem Durchmesser aus einem Holzschlage von zweijähriger Umtriebszeit verwendet. Die Dübelwerke beziehen den ganzen Holzbedarf aus dem Auslande, besonders aus Frankreich und Ungarn. Mit Rücksicht auf die geringe Umtriebszeit dürfte es sich daher für unsere heimischen Forstverwaltungen empfehlen, Anforstungen mit Weifsbuchen in gröfserm Umfange vorzunehmen.

Nachdem das Holz geschlagen ist, wird es mehrjähriger, natürlicher Trocknung unterworfen.

Der fertige Dübel wird während 12 Stunden in einem Teerölbade von 50 % getränkt.

B. Die Werkzeuge zum Verdübeln.

Die Werkzeuge (vergl. Abb. 9 bis 16 und 19, Taf. VIII) sind den Dübelwerken gröfstenteils geschützt und werden ausschliefslich von diesen bezogen. Jeder Satz Werkzeuge wird in einem Umschlufskasten geliefert. Die Werkzeuge sind so ausgebildet, dafs die starker Abnutzung unterworfenen Teile eines jeden einzeln bezogen werden können. Nach einmaliger Beschaffung eines Satzes kann also das gesammte Werkzeug ohne erhebliche Kosten in gutem Zustande erhalten werden. Neuerdings haben die Dübelwerke Grenzlehren nach den Angaben ihres technischen Leiters, Regierungsbaumeisters Schwabach, herstellen lassen, welche es ermöglichen, die Genauigkeit der einzelnen Werkzeugersatzteile bis auf $^{1}/_{10}$ mm Genauigkeit zu prüfen.

1. Der Lochbohrer älterer Anordnung (Abb. 19, Taf. VIII).

Das unten befindliche Zuggewinde und Bohrmesser sind auswechselbar. Nachdem unter Berücksichtigung der in Betracht kommenden Spurweite die Ankörnlehre richtig eingestellt ist, und die zu bohrenden Löcher auf der Oberfläche der Schwelle

*) Railroad Gazette 1904, XXXVII, S. 158. Mit Abb.

**) Organ 1903, S. 169, 195 und 235.

***) Vergleiche:

I. Bericht über die Sicherung der Befestigung an Eisenbahn-Schwellen vermittelst einschraubbarer Holzdübel von M. Cartault, Oberingenieur der Bahnkörper der Paris-Lyon-Mittelmeer-Gesellschaft. Revue Générale des Chemins de fer et des Tramways, Februar 1900.

II. Das Verfahren der Gesellschaft „Dübelwerke“ in Frankfurt a. M. zur Verdübelung von Holzschwellen. Vortrag, gehalten im Vereine für Eisenbahnkunde.



vorgezeichnet sind, werden die Löcher mit der bekannten Schwellenbohrmaschine zunächst vorgebohrt und dann mit dem Lochbohrer erweitert, sodafs die Bohrlöcher einen Durchmesser von 35 mm entsprechend der Stärke des untern Durchmessers der Dübel erhalten. Neuerdings hat sich jedoch herausgestellt, dafs das Vorbohren nicht erforderlich ist, die Bohrlöcher werden vielmehr mit einem Douglas-Bohrer sofort mit 35 mm Durchmesser hergestellt, und zwar in der ganzen Stärke der Schwelle. Beim Gebrauche des Lochbohrers älterer Anordnung ist zu beachten, dafs er auch beim Herausziehen rechts gedreht werden mufs, da sich beim Linksdrehen das Zuggewinde und damit auch das Messer leicht lockert, im Loche spreizt und bei Anwendung von Gewalt schliefslich bricht.

In der geschilderten Weise mufs jedes Loch einzeln gebohrt werden. Da die Unterlagplatten der neueren Oberbauarten der preufsichen Staatsbahnen je drei Löcher besitzen, so mufs der Vorgang des Lochbohrens für jede Schwelle sechsmal wiederholt werden. Diese Arbeit könnte bedeutend vereinfacht und verbilligt werden, wenn es gelänge, eine brauchbare, mehrspindelige Schwellenbohrmaschine zu entwerfen, die alle Löcher einer Schwelle in einem oder zwei Arbeitsgängen bohrt. Die Arbeit würde dadurch nicht nur vereinfacht und beschleunigt, sondern es wäre auch sichere Gewähr dafür geboten, dafs die Bohrlöcher unter Einhaltung der richtigen Spurweite hergestellt würden. Das vorherige Ankörnen mit der Schwellenlehre würde dann ganz erspart werden, eine Arbeit, welche besonders bei Verdübelungen gekrümmter Gleisstrecken wegen der Veränderlichkeit der Spurweite gröfste Aufmerksamkeit und erhöhten Zeitaufwand beansprucht.

2. Der Gewinde- und Kegelschneider (Abb. 15 und 16, Taf. VIII).

Dieses Werkzeug besteht aus drei vor jedesmaligem Gebrauche zusammenzusetzenden Einzelteilen: a) dem Kegelschneider mit Schneidkopf, b) dem Gewindeschneider und c) dem die Verbindung zwischen Teil a) und b) herstellenden Vierkantstabe. Der Kegelschneider wird in eine Nut des Schneidkopfes geschoben. Kegelschneider und Schneidkopf haben auf einander passende, quadratische Löcher, durch welche der Vierkantstab hindurchgesteckt wird. Es sind demnach Kegelschneider und Schneidkopf auswechselbare Ersatzteile.

Nachdem der Gewindeschneider in das gebohrte Loch der Holzschwelle gesetzt ist, steckt man den Vierkantstab, über den der mit dem Schneidkopfe zusammengesetzte Kegelschneider hinübergeschoben wird, in das Vierkantloch des Gewindeschneiders. Das so zusammengesetzte Werkzeug hat dann das in Abb. 15, Taf. VIII wiedergegebene Aussehen.

Mit Hülfe eines gewöhnlichen Schwellenschraubenschlüssels, welcher auf den obern Teil des Vierkantstabes pafst, schneidet man dann mit Rechtsdrehung das Gewinde in das mit dem Lochbohrer hergestellte Loch und erweitert mit dem Kegelmesser den obern Teil des Loches entsprechend dem Kegel des Holzdübels. Die Rechtsdrehung wird solange fortgesetzt, bis der Gewindeschneider unten durchfällt. Den Kegelschneider mit Vierkantstab zieht man dann nach oben wieder heraus und setzt beide Teile für die nächste Bohrung wieder zusammen. Das Gewindemesser am untern Teile der Schnecke des Gewindeschneiders ist auswechselbar.

3. Der Einschrauber (Abb. 13 und 14, Taf. VIII).

Der Einschrauber besteht aus einer sich schneckenförmig schliefsenden Stahlringfeder. In halber Höhe sind wagerechte, längliche Schlitze vorhanden, in welchen sich der Einschraubsteg um seine rechte Achse beim Umfassen des Dübelkopfes um einen Winkel von etwa 15 bis 20° bewegen kann. Der Steg trägt in der Mitte einen Vierkantdorn, auf welchen der gewöhnliche Schwellenschraubenschlüssel pafst. Nachdem man den Dübel, welcher vorher zur Verminderung der Reibung beim Eindrehen mit den untern Gängen in Graphit getaucht ist, soweit von Hand in das vorher hergestellte Loch eingeschraubt hat, dafs er in lotrechter Stellung stecken bleibt, drückt man den Einschrauber mit einer kleinen Linksdrehung, da sich hierdurch die Feder etwas öffnet, auf den Dübel, sodafs die Zähne an der untern innern Fläche des Einschraubers den Dübel von allen Seiten umfassen, und schraubt nun mittels des Schwellenschraubenschlüssels, welcher auf den Vierkantdorn gesetzt ist, den Dübel mit Rechtsdrehung soweit in die Schwelle, bis der Kegel des Dübels in die kegelförmige Bohrung des Bohrloches so fest eingeprefst ist, dafs tieferes Einschrauben unmöglich wird.

4. Der Fräser (Abb. 9 bis 12, Taf. VIII).

Der Fräser besteht aus drei verbundenen Teilen, nämlich: a) dem Fräserkopfe mit dem Vierkantdorne, b) dem Fräsermesser und c) dem Führungsstifte.

In der untern Fläche des Fräserkopfes befindet sich eine Nut, in die das Fräsermesser schwalbenschwanzartig hineinpafst. Die in der Mitte des Fräsermessers befindliche Öffnung pafst auf eine Bohrung im Fräserkopfe, welche ein Muttergewinde besitzt. In diese Bohrung wird der Führungstift eingeschraubt.

Soweit die untere Fläche des Fräserkopfes von der Nut zur Aufnahme des Fräsermessers nicht unterbrochen ist, besitzt sie am äufsern Umfange einen ringförmigen Aufsatz, den »Schleifrand«. Über die untere, diesen Schleifrand wagerecht begrenzende Ebene dürfen die Schneiden des Fräsermessers nur wenig oder gar nicht hinausragen. Nachdem man den Fräser so auf den eingeschraubten Dübel gesetzt hat, dafs der Führungstift in der Bohrung des Dübels steckt, setzt man den Schwellenschraubenschlüssel auf den Vierkant des Fräsers und fräst mit Rechtsdrehung den über die Schwellenoberfläche vorstehenden Teil des Dübels ab, bis der Schleifrand des Fräserkopfes auf die Schwelle aufsetzt.

C. Die Handverdübelung und deren Kosten.

Da bezüglich des Nachdechselns und Ankörnens keine wesentlichen Unterschiede in dem Arbeitsvorgange bei der Verdübelung mit Hand und mit Maschine bestehen, so sollen die in Frage kommenden Bemerkungen für beide Arten der Verdübelungen hier gemeinsam Platz finden.

1. Das Nachdechseln.

Nachdem ein geeigneter Arbeitsplatz ausgesucht ist, werden die zu verdübelnden Schwellen auf zwei andere quer zur Längsachse der ersteren liegende Schwellen gelegt.

Handelt es sich um zu verdübelnde brauchbare alte Schwellen, so mufs zunächst das zerstörte oder faule Holz der Stellen der Schwellenoberfläche, auf welche die Unterlegplatten gelegt werden sollen, entfernt werden. Dies geschieht mit einem Dechseleisen oder zweckmäfsiger mit einer Handhobelmaschine. Auf alle Fälle ist es durchaus nötig, dafs die für die Unterlegplatte hergerichtete Auflagerfläche eben ist, und zwar mufs diese Ebene bei Unterlegplatten mit geneigter Oberfläche wagerecht oder, genauer ausgedrückt, mit der untern Auflagerfläche der Schwelle gleichgerichtet, bei Unterlegplatten von überall gleicher Dicke gegen den Schwellenquerschnitt im Verhältnisse von 1 : 20 geneigt sein. Nur wenn diese Forderung erfüllt ist, ist Gewähr gegeben, dafs später auch die Flächen der mit dem Fräser abgefrästen Köpfe der eingeschraubten Dübel in dieser Ebene liegen. Sind dagegen die für die Unterlegplatten hergerichteten Auflageflächen uneben, so ist ungleichmäfsiges Aufliegen der Unterlegplatten auf den nunmehr ungleich hoch liegenden Flächen der abgefrästen Dübelköpfe und damit ungleichmäfsige Verteilung des Schienendruckes auf die einzelnen Dübel zu befürchten. Die Folge dieser schlechten Auflagerung ist dann erhöhte Abnutzung der dem gröfsern Schienendrucke ausgesetzten Stellen der Auflagefläche der Unterlegplatte und schnelleres Lockerwerden der Schienenbefestigungsmittel.

Besonders fühlbar macht sich das unsorgfältige Nachdechseln dann, wenn die für die Unterlegplatte hergerichtete Auflagerfläche zwar eben ist, aber etwa bei Verwendung von Unterlegplatten mit geneigter Oberfläche nicht in gleicher Richtung mit der Unterfläche der Schwelle liegt. Wird dann der Fehler erst beim Einziehen der verdübelten Schwelle gemerkt, so ergeben sich unter Umständen derartige Spurschwankungen, dafs nichts anders übrig bleibt, als die Schwelle richtig nachdechseln und die Köpfe der eingeschraubten Dübel nachfräsen zu lassen.

Bei Unterlegplatten mit geneigter Oberfläche gibt es eine sehr einfache Probe für die Richtigkeit der Nachdechselung durch Aufkanten der Schwelle auf die schmale Langseite. In dieser Lage erkennt man gut, ob die nachgedechselten Flächen eben sind und gleiche Richtung mit der Unterfläche haben. Nach dem vorher Gesagten wird man zweckmäfsig zu den Dechselarbeiten die gewandtesten Arbeiter verwenden. Es erscheint empfehlenswert, das Zurichten der Auflagerflächen für die Unterlegplatten zunächst im Rohen mit dem Dechseleisen zu bewirken, die Schwelle sodann hochkant zu stellen und die Flächen mit dem Stofseisen nacharbeiten zu lassen. Der Arbeiter hat dann ohne Weiteres ein richtiges Augenmafs dafür, ob die hergerichtete Fläche eben ist und zur unteren Auflagerfläche der Schwelle entsprechend gerichtet ist.

Im Falle der Verdübelung brauchbarer alter Schwellen mit Maschinen, wobei sie in langer Reihe mit Zwischenräumen von je 12 bis 15 cm in möglichst wagerechter Lage auf untergelegten Schwellen aufgebankt werden, wird empfohlen, unter Berücksichtigung der Gröfse der Unterlegplatten die nachzudechselnden Flächen der in einer Reihe liegenden Schwellen abzuschnüren und erst dann mit dem Zurichten der Auflagerflächen zu beginnen.

Das Nachdechseln mufs bis auf gesundes Holz gehen. Die von alten Befestigungsmitteln herrührenden Löcher sind mit Hartholzpflöcken zu schliefsen, nachdem etwa noch vorhandene Enden von Schienennägeln oder Schwellenschrauben herausgezogen worden sind. Die Holzpflöcke, welche in vier- oder achteckiger Form von den Dübelwerken aus Eichenholz geliefert werden, werden mit dem Dechseleisen möglichst tief in die vorhandenen Löcher hineingeschlagen und die vorstehenden Enden mit dem Dechseleisen abgehauen.

Auf Grund des Befundes von im Jahre 1902 verdübelten Schwellen, welche im Frühjahre 1904 beim Einlegen von schwerem Oberbau auf eisernen Querschwellen ausgewechselt sind, wird empfohlen, die Pflöcke vor dem Einschlagen in warmen Teer zu tauchen, ebenso nach der Verdübelung oder Verlegung der verdübelten Schwellen die gedechselten Flächen mit Teer zu streichen. Bei der im Jahre 1902 erfolgten Verdübelung ist diese Mafsregel nicht zur Anwendung gekommen, daher zeigt eine erhebliche Zahl von Schwellen an den neben der Unterlegplatte vom Dechseleisen mitbearbeiteten Stellen, insbesondere von den Lochrändern der hier eingeschlagenen Pflöcke ausgehend, eine beginnende, zum Teil vorgeschrittene Fäulnis, während die Auflagefläche unter der Unterlegplatte, sowie die Dübel selbst keine Abnutzung oder Fäulnis aufweisen.

Man kann annehmen, dafs der Tränkungsstoff der im Jahre 1895 verlegten Schwellen zur Zeit der Verdübelung im Jahre 1902 gröfstenteils ausgelaugt war, dafs aber die obere verwitterte Fläche immerhin noch einigen Schutz gegen ein schnelleres Vorschreiten der Fäulnis gewährte. Nachdem jedoch diese Schutzhülle durch das Dechseln beseitigt und das frische, ungeschützte Splintholz freigelegt war, war die Möglichkeit eines schnellern Fortschreitens der Fäulnis gegeben.

Zum Teeren dient zweckmäfsig der billige Teer der Fettgas-Anstalten der Eisenbahnen. Bezüglich der Verdübelung altbrauchbarer Schwellen soll hier noch auf zweierlei hingewiesen werden.

1. Es empfiehlt sich nicht, Schwellen zu verdübeln, die nach der Dechselung weniger als 12 cm Stärke behalten. Es läfst sich nicht bestreiten, dafs der Querschnitt der Schwelle durch die Verdübelung in Bezug auf den Widerstand gegen Biegungsspannungen, besonders gegen Zugspannungen eine erhebliche Schwächung erleidet. Die Verminderung des Widerstandsmomentes beträgt z. B. bei einer Schwellenstärke von 16/26 cm für den durch zwei Dübellöcher gelegten Querschnitt:

$$\frac{2 \cdot {}^1/_6 \cdot 3{,}5 \cdot 16^2}{{}^1/_6 \cdot 26 \cdot 16^2} \cdot 100 = 27\,\%$$

2. Im Allgemeinen werden die nachgedechselten Schwellen nicht mehr die gleiche Stärke besitzen, anderseits wird aber gefordert werden müssen, dafs die eingeschraubten Dübel die Bohrlöcher in ganzer Höhe ausfüllen, damit auch das in der Laibung des Dübelloches in den untern Fasern freigelegte

Splintholz den Angriffen der aufsteigenden Feuchtigkeit entzogen bleibt. Hiernach müfsten eigentlich Dübel von verschiedener Länge entsprechend der wechselnden Stärke der Schwellen zur Verwendung kommen. Nach dem Befunde an den auf der Taunusbahn ausgewechselten Schwellen ist dies jedoch nicht erforderlich. Hiernach erscheint es zweckmäfsig, die Länge der Dübel der vorkommenden gröfsten Stärke der nachgedechselten Schwellen entsprechend zu wählen. Wenn dann bei manchen Schwellen die Dübel etwas nach unten über die Unterfläche der Schwelle hervorragen, so sind hiermit keinerlei erheblichen Nachteile verknüpft, wie auch der Befund an den aufgenommenen Schwellen zeigte. Während sich an der Unterfläche der Schwelle deutlich die Spuren der Stopfarbeit zeigten, waren die Dübelenden fast alle gut erhalten; bei einigen waren nur die Zwingen abgeschlagen oder verbogen.

2. Das Ankörnen.

Nachdem die Schwellen aufgebankt und, soweit es sich um altbrauchbare handelt, nachgedechselt sind, werden die Stellen für die Bohrlöcher mittels einer Lehre auf der Schwelle angekörnt. Die Ankörnlehre mufs nicht nur für verschiedene Spurweiten verstellbar sein, sondern sie mufs beim Auflegen auch zu prüfen gestatten, ob das Nachdechseln richtig erfolgt ist. Etwaige Fehler können dann vor der Verdübelung noch leicht beseitigt werden.

Für die durch die Dübelwerke ausgeführte Maschinen-Verdübelung auf der Strecke Friedrichsdorf—Friedberg wurden den Dübelwerken die in Abb. 1 bis 4, Taf. VIII dargestellten Zeichnungen ausgehändigt und dem Vertrage angeheftet. Auf Grund dieser Zeichnungen wurden die Schwellen angekörnt und verdübelt. Später dienten sie auch dem Bahnmeister beim Einziehen der verdübelten Schwellen als Anhalt. In Abb. 7 Taf. VIII ist der Schnitt durch die Schiene und Unterlegplatte wiedergegeben, er enthält auch die Entfernung des innern Loches der Unterlegplatte von der Gleisachse für die gerade Strecke. Für die Spurweite wurde ein Spiel von 3 ^{mm} gestattet. Das Mafs $b = 0{,}697$ ^{m} ist das höchst zulässige, entsprechend einer Spurweite von $1435 + 3 = 1438$ ^{mm}. In Abb. 1 und 2, Taf. VIII ist ein Bogenband gezeichnet, welches die Längen der geraden und gekrümmten Gleisstrecken, sowie der Übergangsbogen für die zu verdübelnden Gleisstrecken angibt. Alle Mafse sind auf volle Meter abgerundet. Aufser einem Bogen von 1000 ^{m} Halbmesser, für welchen in dem Oberbaubuche keine Spurerweiterung gefordert wird, kommen nur solche von 300 und 400 m Halbmesser in Betracht. Abb. 3 und 4, Taf. VIII enthalten für jeden der beiden Bogen die Anordnung für die Verteilung der in den Übergangsbogen erforderlichen und nach den verschiedenen Spurweiten zu verdübelnden Schwellen. Diese Anordnung soll für den Bogen von 300 m Halbmesser näher erläutert werden.

Nach dem Oberbaubuche beträgt die Spurweite für die Krümmung von 300 m Halbmesser $1435 + 21$ ^{mm} $= 1456$ ^{mm} als Mindestmafs und für den vorliegenden Fall $1456 + 3$ ^{mm} $= 1459$ ^{mm} als Höchstmafs. Dieses Mafs vermindert sich innerhalb des Übergangsbogens allmählich auf das Höchstmafs von 1438 ^{mm} für die Gerade. Die Länge des Übergangsbogens ist mit 40 ^{m} gegeben. Da auf eine Schienenlänge von 9 ^{m} 13 Schwellen kommen, so liegen in dem Übergangsbogen rund 58 Schwellen. Diese Schwellen waren genau genommen nach verschiedenen Spurweiten anzukörnen und zu verdübeln. Ebenso wie im Oberbaubuche wurden jedoch Abstufungen für die Spurerweiterung von 3 zu 3 ^{mm} angenommen. Demnach ergab sich die in Abb. 3 und 4, Taf. VIII angegebene Einteilung. Soweit die Schwellen bisher eingezogen sind, hat sich diese Anordnung bewährt. In Zusammenstellung I sind die Zahlen der nach den verschiedenen Spurweiten zu verdübelnden Schwellen angegeben.

So sind die Schwellen nach den verschiedenen Spurweiten in sieben Klassen eingeteilt. Nach diesen wurden die fertig verdübelten Schwellen getrennt aufgestapelt, jeder Stapel wurde mit der ihm zukommenden Ordnungszahl gezeichnet.

Zusammenstellung I.

Anzahl der zu verdübelnden Schwellen nach den einzelnen Spurweiten.

Strecke, welche verdübelt werden soll		Gerade	Kreisbogen	Übergangsbogen	Anzahl der Schwellen	0	1	2	3	4	5	6	7
						Spur mit Anzahl der Schwellen							
von km	bis km	m	m	m		1,438	1,441	1,444	1,447	1,450	1,453	1,456	1,459
0,189	0,450	—	221	40	378	—	10	10	10	10	9	9	320
5,050	5,413	363	—	—	524	524	—	—	—	—	—	—	—
5,413	5,610	—	197	fällt weg da R=1000m	285	285	—	—	—	—	—	—	—
5,610	6,305	695	—	—	1004	1004	—	—	—	—	—	—	—
6,305	6,555	—	190	60	361	—	22	22	22	20	275	—	—
6,555	6,692	137	—	—	198	198	—	—	—	—	—	—	—
6,692	7,081	—	309	80	562	—	20	20	20	20	18	18	446
7,081	7,200	119	—	—	172	172	—	—	—	—	—	—	—
13,00	13,538	538	—	—	777	777	—	—	—	—	—	—	—
			Zusammen . .		4261	2960	52	52	52	50	302	27	766
				$2^{b} =$		1,394	1,397	1,400	1,403	1,406	1,409	1,412	1,415

(Schlufs folgt.)

Prüfung der Genauigkeit der Angaben eines Haufshälter-Geschwindigkeitsmessers.

Von **P. Bautse,** technischem Assistenten in Karlsruhe.

Die unter obiger Überschrift früher*) veröffentlichte Mitteilung gibt mir Anregung zu folgenden Bemerkungen:

Will man nach dem empfohlenen Verfahren m^1 bestimmen, so mufs man den wirklich durchfahrenen Weg s in cm kennen, dann ist

$$m^1 = \frac{s^{cm} \text{ (wirklich gefahren)}}{\Sigma h^{cm} \text{ (vom Schaustreifen)}}.$$

Das Verhältnis des wirklichen Raddurchmessers D zum gedachten D_0**) ist in m^1 enthalten.

Es handelt sich also um das Verhältnis einer bestimmten Fahrt von bekanntem Wege s zu dem vom Schaustreifen mafsstäblich entnommenen Werte Σh.

Aus letzteren beiden Gröfsen kann man aber das Genauigkeitsverhältnis der Fahrtangabe auch ohne m und m^1 unmittelbar bestimmen:

Bei $V_{gr}^{km|St.}$ der Zifferblatteinteilung ist $h_0 = 40$ mm. Jede andere Höhe h^{mm} entspricht einer Fahrgeschwindigkeit von

$$v^{km.St.} = h^{mm} \cdot \frac{V_{gr}^{km|St.}}{40}.$$

Setzt man diesen Ausdruck in Gl. 1, 1904, S. 154:

$$s^{km} = \frac{\Sigma (v^{km|St.})}{300}$$

ein, so erhält man den vom Schreibwerke verzeichneten Weg

$$s^{km} = \frac{\Sigma (h^{mm}) \; V_{gr}^{km|St.}}{300 \,.\, 40},$$

und hieraus das Genauigkeitsverhältnis

$$\frac{12000 \,.\, s^{km} \text{ (wirklich gefahren)}}{\Sigma (h^{mm}) \; V_{gr}^{km\,St.}}$$

Karlsruhe, im August 1904.

Bautze.

*) Organ 1904, S. 154.

**) Organ 1903, S. 149.

Saalwagen „Salon LI" der österreichischen Südbahn.

Eigentum des Freiherrn N. von Rothschild.

Von Ingenieur **F. Turber,** Maschinen-Commissär der österreichischen Südbahn in Wien.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln IX und X.

Die Veranlassung zum Baue dieses in seiner Bauart wohldurchdachten, in Ausführung und innerer Ausstattung mustergiltigen und eigenartigen Saalwagens gab der Wunsch des Eigentümers nach einem neuen, allen Anforderungen verwöhnten Geschmackes entsprechenden Wagen.

Da der bisher benutzte, im Jahre 1881 erbaute, zweiachsige Saalwagen dem Freiherrn N. von Rothschild nicht mehr genügte, gab er im Jahre 1903 der Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriksgesellschaft den Auftrag zum Baue eines vierachsigen Drehgestellwagens.

Der Wagen entspricht den »Bestimmungen über die Bauart von Fahrbetriebsmitteln der österreichischen Eisenbahnen« sowie den »Technischen Vereinbarungen des V. D. E. V.«. Da er für den Übergang auf beinahe alle Hauptbahnen Mitteleuropas, Italiens, der Balkanländer und Russlands für Regelspur gebaut werden mufste, war man in den Kastenabmessungen an enge Grenzen gebunden, und die Anbringung der verschiedenen Bremsarten, Dampfheizungsleitungen, Notsignale und ähnlicher Ausrüstungsteile machte Schwierigkeiten, die aber im allgemeinen glückliche Lösungen fanden. Der Wagen erfüllt hinsichtlich der Übergangsfähigkeit die »Lübecker Bedingungen«; vom Übergange sind nur Strecken der französischen Westbahn, der Eisenbahn Paris-Orléans und einige kürzere Linien italienischer Bahnen ausgeschlossen.

Das Untergestell des Wagens ist sehr kräftig aus Walzeisen und Holz erbaut. Die eisernen Langträger aus ⊔-Eisen 260 × 90 × 10,5 mm reichen nur bis an die beiderseitigen Vorbaue des Wagenkastens heran, während diese durch an die Langträger befestigte und entsprechend geformte ⊔-Eisen 240 × 85 × 10 mm, durch Brustträger desselben Querschnittes getragen werden, die gegen die Hauptquerträger oberhalb der Drehgestellmitten durch ⊔-Eisen 100 × 50 × 6,5 mm abgesteift sind. Durch Formeisen derselben Mafse wird eine Querversteifung der Bruststreben erzielt. Die hölzernen Hauptquerträger sind mit ⊔-Eisen 240 × 85 × 10 mm verstärkt; das eine dient zur Befestigung der Bruststreben, an dem andern sind Holzstreben der Mafse 120 × 245 mm befestigt. Winkel als Schräge und hölzerne Längs- und Querträger, teilweise mit Eisen versteift, vollenden das Untergestell.

Alle diese Teile sind in den Knoten durch Bleche und Winkel mit Nieten oder Schrauben verbunden. Im Untergestelle wurde durchweg Eichenholz verwendet.

Die Langträger sind durch ein kräftiges, in den Zugstangen durch Flaschenmutter mit Keil stellbares Sprengwerk versteift und bis an die Drehgestelle heran mit Holz verkleidet: eine Bauweise, welche das Auftreten lotrechter Schwingungen der Langträger möglichst verhindert. Als Schalldämpfer wurden zwischen den Langträgern und ihren Holzverkleidungen Kernlederstreifen von 2 mm Stärke und 200 mm Breite angebracht.

Bemerkenswert ist am Untergestelle der Einbau eines Kastens, der zur Aufnahme von Speichern, einer Badewanne, eines Wasserbehälters, sowie als Aufbewahrungsort für Gepäckstücke und Küchenvorräte dient. Die Sprengwerke der Langträger sind nicht lotrecht unter ihnen eingebaut, sondern die schrägen Gurte steifen gegen die Langseiten dieses Kastens ab. Die aus Blechen und Winkeleisen hergestellten Stützen reiten

vorgezeichnet sind, werden die Löcher mit der bekannten Schwellenbohrmaschine zunächst vorgebohrt und dann mit dem Lochbohrer erweitert, sodafs die Bohrlöcher einen Durchmesser von 35 mm entsprechend der Stärke des untern Durchmessers der Dübel erhalten. Neuerdings hat sich jedoch herausgestellt, dafs das Vorbohren nicht erforderlich ist, die Bohrlöcher werden vielmehr mit einem Douglas-Bohrer sofort mit 35 mm Durchmesser hergestellt, und zwar in der ganzen Stärke der Schwelle. Beim Gebrauche des Lochbohrers älterer Anordnung ist zu beachten, dafs er auch beim Herausziehen rechts gedreht werden mufs, da sich beim Linksdrehen das Zuggewinde und damit auch das Messer leicht lockert, im Loche spreizt und bei Anwendung von Gewalt schliefslich bricht.

In der geschilderten Weise mufs jedes Loch einzeln gebohrt werden. Da die Unterlagplatten der neueren Oberbauarten der preufsichen Staatsbahnen je drei Löcher besitzen, so mufs der Vorgang des Lochbohrens für jede Schwelle sechsmal wiederholt werden. Diese Arbeit könnte bedeutend vereinfacht und verbilligt werden, wenn es gelänge, eine brauchbare, mehrspindelige Schwellenbohrmaschine zu entwerfen, die alle Löcher einer Schwelle in einem oder zwei Arbeitsgängen bohrt. Die Arbeit würde dadurch nicht nur vereinfacht und beschleunigt, sondern es wäre auch sichere Gewähr dafür geboten, dafs die Bohrlöcher unter Einhaltung der richtigen Spurweite hergestellt würden. Das vorherige Ankörnen mit der Schwellenlehre würde dann ganz erspart werden, eine Arbeit, welche besonders bei Verdübelungen gekrümmter Gleisstrecken wegen der Veränderlichkeit der Spurweite gröfste Aufmerksamkeit und erhöhten Zeitaufwand beansprucht.

2. Der Gewinde- und Kegelschneider (Abb. 15 und 16, Taf. VIII).

Dieses Werkzeug besteht aus drei vor jedesmaligem Gebrauche zusammenzusetzenden Einzelteilen: a) dem Kegelschneider mit Schneidkopf, b) dem Gewindeschneider und c) dem die Verbindung zwischen Teil a) und b) herstellenden Vierkantstabe. Der Kegelschneider wird in eine Nut des Schneidkopfes geschoben. Kegelschneider und Schneidkopf haben auf einander passende, quadratische Löcher, durch welche der Vierkantstab hindurchgesteckt wird. Es sind demnach Kegelschneider und Schneidkopf auswechselbare Ersatzteile.

Nachdem der Gewindeschneider in das gebohrte Loch der Holzschwelle gesetzt ist, steckt man den Vierkantstab, über den der mit dem Schneidkopfe zusammengesetzte Kegelschneider hinübergeschoben wird, in das Vierkantloch des Gewindeschneiders. Das so zusammengesetzte Werkzeug hat dann das in Abb. 15, Taf. VIII wiedergegebene Aussehen.

Mit Hülfe eines gewöhnlichen Schwellenschraubenschlüssels, welcher auf den obern Teil des Vierkantstabes pafst, schneidet man dann mit Rechtsdrehung das Gewinde in das mit dem Lochbohrer hergestellte Loch und erweitert mit dem Kegelmesser den obern Teil des Loches entsprechend dem Kegel des Holzdübels. Die Rechtsdrehung wird solange fortgesetzt, bis der Gewindeschneider unten durchfällt. Den Kegelschneider mit Vierkantstab zieht man dann nach oben wieder heraus und setzt beide Teile für die nächste Bohrung wieder zusammen.

Das Gewindemesser am untern Teile der Schnecke des Gewindeschneiders ist auswechselbar.

3. Der Einschrauber (Abb. 13 und 14, Taf. VIII).

Der Einschrauber besteht aus einer sich schneckenförmig schliefsenden Stahlringfeder. In halber Höhe sind wagerechte, längliche Schlitze vorhanden, in welchen sich der Einschraubsteg um seine rechte Achse beim Umfassen des Dübelkopfes um einen Winkel von etwa 15 bis 20° bewegen kann. Der Steg trägt in der Mitte einen Vierkantdorn, auf welchen der gewöhnliche Schwellenschraubenschlüssel pafst. Nachdem man den Dübel, welcher vorher zur Verminderung der Reibung beim Eindrehen mit den untern Gängen in Graphit getaucht ist, soweit von Hand in das vorher hergestellte Loch eingeschraubt hat, dafs er in lotrechter Stellung stecken bleibt, drückt man den Einschrauber mit einer kleinen Linksdrehung, da sich hierdurch die Feder etwas öffnet, auf den Dübel, sodafs die Zähne an der untern innern Fläche des Einschraubers den Dübel von allen Seiten umfassen, und schraubt nun mittels des Schwellenschraubenschlüssels, welcher auf den Vierkantdorn gesetzt ist, den Dübel mit Rechtsdrehung soweit in die Schwelle, bis der Kegel des Dübels in die kegelförmige Bohrung des Bohrloches so fest eingeprefst ist, dafs tieferes Einschrauben unmöglich wird.

4. Der Fräser (Abb. 9 bis 12, Taf. VIII).

Der Fräser besteht aus drei verbundenen Teilen, nämlich: a) dem Fräserkopfe mit dem Vierkantdorne, b) dem Fräsermesser und c) dem Führungstifte.

In der untern Fläche des Fräserkopfes befindet sich eine Nut, in die das Fräsermesser schwalbenschwanzartig hineinpafst. Die in der Mitte des Fräsermessers befindliche Öffnung pafst auf eine Bohrung im Fräserkopfe, welche ein Muttergewinde besitzt. In diese Bohrung wird der Führungstift eingeschraubt.

Soweit die untere Fläche des Fräserkopfes von der Nut zur Aufnahme des Fräsermessers nicht unterbrochen ist, besitzt sie am äufsern Umfange einen ringförmigen Aufsatz, den »Schleifrand«. Über die untere, diesen Schleifrand wagerecht begrenzende Ebene dürfen die Schneiden des Fräsermessers nur wenig oder gar nicht hinausragen. Nachdem man den Fräser so auf den eingeschraubten Dübel gesetzt hat, dafs der Führungstift in der Bohrung des Dübels steckt, setzt man den Schwellenschraubenschlüssel auf den Vierkant des Fräsers und fräst mit Rechtsdrehung den über die Schwellenoberfläche vorstehenden Teil des Dübels ab, bis der Schleifrand des Fräserkopfes auf die Schwelle aufsetzt.

C. Die Handverdübelung und deren Kosten.

Da bezüglich des Nachdechselns und Ankörnens keine wesentlichen Unterschiede in dem Arbeitsvorgange bei der Verdübelung mit Hand und mit Maschine bestehen, so sollen die in Frage kommenden Bemerkungen für beide Arten der Verdübelungen hier gemeinsam Platz finden.

1. Das Nachdechseln.

Nachdem ein geeigneter Arbeitsplatz ausgesucht ist, werden die zu verdübelnden Schwellen auf zwei andere quer zur Längsachse der ersteren liegende Schwellen gelegt.

Handelt es sich um zu verdübelnde brauchbare alte Schwellen, so mufs zunächst das zerstörte oder faule Holz der Stellen der Schwellenoberfläche, auf welche die Unterlegplatten gelegt werden sollen, entfernt werden. Dies geschieht mit einem Dechseleisen oder zweckmäfsiger mit einer Handhobelmaschine. Auf alle Fälle ist es durchaus nötig, dafs die für die Unterlegplatte hergerichtete Auflagerfläche eben ist, und zwar mufs diese Ebene bei Unterlegplatten mit geneigter Oberfläche wagerecht oder, genauer ausgedrückt, mit der untern Auflagerfläche der Schwelle gleichgerichtet, bei Unterlegplatten von überall gleicher Dicke gegen den Schwellenquerschnitt im Verhältnisse von 1 : 20 geneigt sein. Nur wenn diese Forderung erfüllt ist, ist Gewähr gegeben, dafs später auch die Flächen der mit dem Fräser abgefrästen Köpfe der eingeschraubten Dübel in dieser Ebene liegen. Sind dagegen die für die Unterlegplatten hergerichteten Auflageflächen uneben, so ist ungleichmäfsiges Aufliegen der Unterlegplatten auf den nunmehr ungleich hoch liegenden Flächen der abgefrästen Dübelköpfe und damit ungleichmäfsige Verteilung des Schienendruckes auf die einzelnen Dübel zu befürchten. Die Folge dieser schlechten Auflagerung ist dann erhöhte Abnutzung der dem gröfsern Schienendrucke ausgesetzten Stellen der Auflagefläche der Unterlegplatte und schnelleres Lockerwerden der Schienenbefestigungsmittel.

Besonders fühlbar macht sich das unsorgfältige Nachdechseln dann, wenn die für die Unterlegplatte hergerichtete Auflagerfläche zwar eben ist, aber etwa bei Verwendung von Unterlegplatten mit geneigter Oberfläche nicht in gleicher Richtung mit der Unterfläche der Schwelle liegt. Wird dann der Fehler erst beim Einziehen der verdübelten Schwelle gemerkt, so ergeben sich unter Umständen derartige Spurschwankungen, dafs nichts anders übrig bleibt, als die Schwelle richtig nachdechseln und die Köpfe der eingeschraubten Dübel nachfräsen zu lassen.

Bei Unterlegplatten mit geneigter Oberfläche gibt es eine sehr einfache Probe für die Richtigkeit der Nachdechselung durch Aufkanten der Schwelle auf die schmale Langseite. In dieser Lage erkennt man gut, ob die nachgedechselten Flächen eben sind und gleiche Richtung mit der Unterfläche haben. Nach dem vorher Gesagten wird man zweckmäfsig zu den Dechselarbeiten die gewandtesten Arbeiter verwenden. Es erscheint empfehlenswert, das Zurichten der Auflagerflächen für die Unterlegplatten zunächst im Rohen mit dem Dechseleisen zu bewirken, die Schwelle sodann hochkant zu stellen und die Flächen mit dem Stofseisen nacharbeiten zu lassen. Der Arbeiter hat dann ohne Weiteres ein richtiges Augenmafs dafür, ob die hergerichtete Fläche eben ist und zur unteren Auflagerfläche der Schwelle entsprechend gerichtet ist.

Im Falle der Verdübelung brauchbarer alter Schwellen mit Maschinen, wobei sie in langer Reihe mit Zwischenräumen von je 12 bis 15 cm in möglichst wagerechter Lage auf untergelegten Schwellen aufgebankt werden, wird empfohlen, unter Berücksichtigung der Gröfse der Unterlegplatten die nachzudechselnden Flächen der in einer Reihe liegenden Schwellen abzuschnüren und erst dann mit dem Zurichten der Auflagerflächen zu beginnen.

Das Nachdechseln mufs bis auf gesundes Holz gehen. Die von alten Befestigungsmitteln herrührenden Löcher sind mit Hartholzpflöcken zu schliefsen, nachdem etwa noch vorhandene Enden von Schienennägeln oder Schwellenschrauben herausgezogen worden sind. Die Holzpflöcke, welche in vier- oder achteckiger Form von den Dübelwerken aus Eichenholz geliefert werden, werden mit dem Dechseleisen möglichst tief in die vorhandenen Löcher hineingeschlagen und die vorstehenden Enden mit dem Dechseleisen abgehauen.

Auf Grund des Befundes von im Jahre 1902 verdübelten Schwellen, welche im Frühjahre 1904 beim Einlegen von schwerem Oberbau auf eisernen Querschwellen ausgewechselt sind, wird empfohlen, die Pflöcke vor dem Einschlagen in warmen Teer zu tauchen, ebenso nach der Verdübelung oder Verlegung der verdübelten Schwellen die gedechselten Flächen mit Teer zu streichen. Bei der im Jahre 1902 erfolgten Verdübelung ist diese Mafsregel nicht zur Anwendung gekommen, daher zeigt eine erhebliche Zahl von Schwellen an den neben der Unterlegplatte vom Dechseleisen mitbearbeiteten Stellen, insbesondere von den Lochrändern der hier eingeschlagenen Pflöcke ausgehend, eine beginnende, zum Teil vorgeschrittene Fäulnis, während die Auflagefläche unter der Unterlegplatte, sowie die Dübel selbst keine Abnutzung oder Fäulnis aufweisen.

Man kann annehmen, dafs der Tränkungsstoff der im Jahre 1895 verlegten Schwellen zur Zeit der Verdübelung im Jahre 1902 gröfstenteils ausgelaugt war, dafs aber die obere verwitterte Fläche immerhin noch einigen Schutz gegen ein schnelleres Vorschreiten der Fäulnis gewährte. Nachdem jedoch diese Schutzhülle durch das Dechseln beseitigt und das frische, ungeschützte Splintholz freigelegt war, war die Möglichkeit eines schnellern Fortschreitens der Fäulnis gegeben.

Zum Teeren dient zweckmäfsig der billige Teer der Fettgas-Anstalten der Eisenbahnen. Bezüglich der Verdübelung altbrauchbarer Schwellen soll hier noch auf zweierlei hingewiesen werden.

1. Es empfiehlt sich nicht, Schwellen zu verdübeln, die nach der Dechselung weniger als 12 cm Stärke behalten. Es läfst sich nicht bestreiten, dafs der Querschnitt der Schwelle durch die Verdübelung in Bezug auf den Widerstand gegen Biegungsspannungen, besonders gegen Zugspannungen eine erhebliche Schwächung erleidet. Die Verminderung des Widerstandsmomentes beträgt z. B. bei einer Schwellenstärke von 16/26 cm für den durch zwei Dübellöcher gelegten Querschnitt:

$$\frac{2 \cdot {}^1/_6 \cdot 3{,}5 \cdot 16^2}{{}^1/_6 \cdot 26 \cdot 16^2} \cdot 100 = 27\,\%$$

2. Im Allgemeinen werden die nachgedechselten Schwellen nicht mehr die gleiche Stärke besitzen, anderseits wird aber gefordert werden müssen, dafs die eingeschraubten Dübel die Bohrlöcher in ganzer Höhe ausfüllen, damit auch das in der Laibung des Dübelloches in den untern Fasern freigelegte

Splintholz den Angriffen der aufsteigenden Feuchtigkeit entzogen bleibt. Hiernach müfsten eigentlich Dübel von verschiedener Länge entsprechend der wechselnden Stärke der Schwellen zur Verwendung kommen. Nach dem Befunde an den auf der Taunusbahn ausgewechselten Schwellen ist dies jedoch nicht erforderlich. Hiernach erscheint es zweckmäfsig, die Länge der Dübel der vorkommenden gröfsten Stärke der nachgedechselten Schwellen entsprechend zu wählen. Wenn dann bei manchen Schwellen die Dübel etwas nach unten über die Unterfläche der Schwelle hervorragen, so sind hiermit keinerlei erheblichen Nachteile verknüpft, wie auch der Befund an den aufgenommenen Schwellen zeigte. Während sich an der Unterfläche der Schwelle deutlich die Spuren der Stopfarbeit zeigten, waren die Dübelenden fast alle gut erhalten; bei einigen waren nur die Zwingen abgeschlagen oder verbogen.

2. Das Ankörnen.

Nachdem die Schwellen aufgebankt und, soweit es sich um altbrauchbare handelt, nachgedechselt sind, werden die Stellen für die Bohrlöcher mittels einer Lehre auf der Schwelle angekörnt. Die Ankörnlehre mufs nicht nur für verschiedene Spurweiten verstellbar sein, sondern sie mufs beim Auflegen auch zu prüfen gestatten, ob das Nachdechseln richtig erfolgt ist. Etwaige Fehler können dann vor der Verdübelung noch leicht beseitigt werden.

Für die durch die Dübelwerke ausgeführte Maschinen-Verdübelung auf der Strecke Friedrichsdorf—Friedberg wurden den Dübelwerken die in Abb. 1 bis 4, Taf. VIII dargestellten Zeichnungen ausgehändigt und dem Vertrage angeheftet. Auf Grund dieser Zeichnungen wurden die Schwellen angekörnt und verdübelt. Später dienten sie auch dem Bahnmeister beim Einziehen der verdübelten Schwellen als Anhalt. In Abb. 7 Taf. VIII ist der Schnitt durch die Schiene und Unterlegplatte wiedergegeben, er enthält auch die Entfernung des innern Loches der Unterlegplatte von der Gleisachse für die gerade Strecke. Für die Spurweite wurde ein Spiel von 3 mm gestattet. Das Mafs b = 0,697 m ist das höchst zulässige, entsprechend einer Spurweite von 1435 + 3 = 1438 mm. In Abb. 1 und 2, Taf. VIII ist ein Bogenband gezeichnet, welches die Längen der geraden und gekrümmten Gleisstrecken, sowie der Übergangsbogen für die zu verdübelnden Gleisstrecken angibt. Alle Mafse sind auf volle Meter abgerundet. Aufser einem Bogen von 1000 m Halbmesser, für welchen in dem Oberbaubuche keine Spurerweiterung gefordert wird, kommen nur solche von 300 und 400 m Halbmesser in Betracht. Abb. 3 und 4, Taf. VIII enthalten für jeden der beiden Bogen die Anordnung für die Verteilung der in den Übergangsbogen erforderlichen und nach den verschiedenen Spurweiten zu verdübelnden Schwellen. Diese Anordnung soll für den Bogen von 300 m Halbmesser näher erläutert werden.

Nach dem Oberbaubuche beträgt die Spurweite für die Krümmung von 300 m Halbmesser 1435 + 21 mm = 1456 mm als Mindestmafs und für den vorliegenden Fall 1456 + 3 mm = 1459 mm als Höchstmafs. Dieses Mafs vermindert sich innerhalb des Übergangsbogens allmählich auf das Höchstmafs von 1438 mm für die Gerade. Die Länge des Übergangsbogens ist mit 40 m gegeben. Da auf eine Schienenlänge von 9 m 13 Schwellen kommen, so liegen in dem Übergangsbogen rund 58 Schwellen. Diese Schwellen waren genau genommen nach verschiedenen Spurweiten anzukörnen und zu verdübeln. Ebenso wie im Oberbaubuche wurden jedoch Abstufungen für die Spurerweiterung von 3 zu 3 mm angenommen. Demnach ergab sich die in Abb. 3 und 4, Taf. VIII angegebene Einteilung. Soweit die Schwellen bisher eingezogen sind, hat sich diese Anordnung bewährt. In Zusammenstellung I sind die Zahlen der nach den verschiedenen Spurweiten zu verdübelnden Schwellen angegeben.

So sind die Schwellen nach den verschiedenen Spurweiten in sieben Klassen eingeteilt. Nach diesen wurden die fertig verdübelten Schwellen getrennt aufgestapelt, jeder Stapel wurde mit der ihm zukommenden Ordnungszahl gezeichnet.

Zusammenstellung I.

Anzahl der zu verdübelnden Schwellen nach den einzelnen Spurweiten.

Strecke, welche verdübelt werden soll		Gerade	Kreisbogen	Übergangsbogen	Anzahl der Schwellen	0	1	2	3	4	5	6	7
						Spur mit Anzahl der Schwellen							
von km	bis km	m	m	m		1,438	1,441	1,444	1,447	1,450	1,453	1,456	1,459
0,189	0,450	—	221	40	378	—	10	10	10	10	9	9	320
5,050	5,413	363	—	—	524	524	—	—	—	—	—	—	—
5,413	5,610	—	197	fällt weg da R = 1000 m	285	285	—	—	—	—	—	—	—
5,610	6,305	695	—	—	1004	1004	—	—	—	—	—	—	—
6,305	6,555	—	190	60	361	—	22	22	22	20	275	—	—
6,555	6,692	137	—	—	198	198	—	—	—	—	—	—	—
6,692	7,081	—	309	80	562	—	20	20	20	20	18	18	446
7,081	7,200	119	—	—	172	172	—	—	—	—	—	—	—
13,00	13,538	538	—	—	777	777	—		—	—	—	—	—
			Zusammen . .		4261	2960	52	52	52	50	302	27	766
					2^b =	1,394	1,397	1,400	1,403	1,406	1,409	1,412	1,415

(Schlufs folgt.)

Prüfung der Genauigkeit der Angaben eines Haufshälter-Geschwindigkeitsmessers.

Von **P. Bautse**, technischem Assistenten in Karlsruhe.

Die unter obiger Überschrift früher*) veröffentlichte Mitteilung gibt mir Anregung zu folgenden Bemerkungen:

Will man nach dem empfohlenen Verfahren m^1 bestimmen, so mufs man den wirklich durchfahrenen Weg s in cm kennen, dann ist

$$m^1 = \frac{s^{cm} \text{ (wirklich gefahren)}}{\Sigma\, h^{cm} \text{ (vom Schaustreifen)}}.$$

Das Verhältnis des wirklichen Raddurchmessers D zum gedachten D_0**) ist in m^1 enthalten.

Es handelt sich also um das Verhältnis einer bestimmten Fahrt von bekanntem Wege s zu dem vom Schaustreifen mafsstäblich entnommenen Werte Σh.

Aus letzteren beiden Gröfsen kann man aber das Genauigkeitsverhältnis der Fahrtangabe auch ohne m und m^1 unmittelbar bestimmen:

Bei $V_{gr}^{km|St.}$ der Zifferblatteinteilung ist $h_0 = 40$ mm. Jede andere Höhe h^{mm} entspricht einer Fahrgeschwindigkeit von

$$v^{km|St.} = h^{mm} \cdot \frac{V_{gr}^{km|St.}}{40}.$$

Setzt man diesen Ausdruck in Gl. 1, 1904, S. 154:

$$s^{km} = \frac{\Sigma\,(v^{km|St.})}{300}$$

ein, so erhält man den vom Schreibwerke verzeichneten Weg

$$s^{km} = \frac{\Sigma\,(h^{mm})\; V_{gr}^{km|St.}}{300 \,.\, 40},$$

und hieraus das Genauigkeitsverhältnis

$$\frac{12000 \,.\, s^{km} \text{ (wirklich gefahren)}}{\Sigma\,(h^{mm})\; V_{gr}^{km\,St.}}$$

Karlsruhe, im August 1904.

Bautze.

*) Organ 1904, S. 154.
**) Organ 1903, S. 149.

Saalwagen „Salon LI" der österreichischen Südbahn.

Eigentum des Freiherrn N. von Rothschild.

Von Ingenieur **F. Turber**, Maschinen-Commissär der österreichischen Südbahn in Wien.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln IX und X.

Die Veranlassung zum Baue dieses in seiner Bauart wohldurchdachten, in Ausführung und innerer Ausstattung mustergiltigen und eigenartigen Saalwagens gab der Wunsch des Eigentümers nach einem neuen, allen Anforderungen verwöhnten Geschmackes entsprechenden Wagen.

Da der bisher benutzte, im Jahre 1881 erbaute, zweiachsige Saalwagen dem Freiherrn N. von Rothschild nicht mehr genügte, gab er im Jahre 1903 der Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriksgesellschaft den Auftrag zum Baue eines vierachsigen Drehgestellwagens.

Der Wagen entspricht den »Bestimmungen über die Bauart von Fahrbetriebsmitteln der österreichischen Eisenbahnen« sowie den »Technischen Vereinbarungen des V. D. E. V.«. Da er für den Übergang auf beinahe alle Hauptbahnen Mitteleuropas, Italiens, der Balkanländer und Russlands für Regelspur gebaut werden mufste, war man in den Kastenabmessungen an enge Grenzen gebunden, und die Anbringung der verschiedenen Bremsarten, Dampfheizungsleitungen, Notsignale und ähnlicher Ausrüstungsteile machte Schwierigkeiten, die aber im allgemeinen glückliche Lösungen fanden. Der Wagen erfüllt hinsichtlich der Übergangsfähigkeit die »Lübecker Bedingungen«; vom Übergange sind nur Strecken der französischen Westbahn, der Eisenbahn Paris-Orléans und einige kürzere Linien italienischer Bahnen ausgeschlossen.

Das Untergestell des Wagens ist sehr kräftig aus Walzeisen und Holz erbaut. Die eisernen Langträger aus ⊔-Eisen $260 \times 90 \times 10{,}5$ mm reichen nur bis an die beiderseitigen Vorbaue des Wagenkastens heran, während diese durch an die Langträger befestigte und entsprechend geformte ⊔-Eisen $240 \times 85 \times 10$ mm, durch Brustträger desselben Querschnittes getragen werden, die gegen die Hauptquerträger oberhalb der Drehgestellmitten durch ⊔-Eisen $100 \times 50 \times 6{,}5$ mm abgesteift sind. Durch Formeisen derselben Mafse wird eine Querversteifung der Bruststreben erzielt. Die hölzernen Hauptquerträger sind mit ⊔-Eisen $240 \times 85 \times 10$ mm verstärkt; das eine dient zur Befestigung der Bruststreben, an dem andern sind Holzstreben der Mafse 120×245 mm befestigt. Winkel als Schräge und hölzerne Längs- und Querträger, teilweise mit Eisen versteift, vollenden das Untergestell.

Alle diese Teile sind in den Knoten durch Bleche und Winkel mit Nieten oder Schrauben verbunden. Im Untergestelle wurde durchweg Eichenholz verwendet.

Die Langträger sind durch ein kräftiges, in den Zugstangen durch Flaschenmutter mit Keil stellbares Sprengwerk versteift und bis an die Drehgestelle heran mit Holz verkleidet: eine Bauweise, welche das Auftreten lotrechter Schwingungen der Langträger möglichst verhindert. Als Schalldämpfer wurden zwischen den Langträgern und ihren Holzverkleidungen Kernlederstreifen von 2 mm Stärke und 200 mm Breite angebracht.

Bemerkenswert ist am Untergestelle der Einbau eines Kastens, der zur Aufnahme von Speichern, einer Badewanne, eines Wasserbehälters, sowie als Aufbewahrungsort für Gepäckstücke und Küchenvorräte dient. Die Sprengwerke der Langträger sind nicht lotrecht unter ihnen eingebaut, sondern die schrägen Gurte steifen gegen die Langseiten dieses Kastens ab. Die aus Blechen und Winkeleisen hergestellten Stützen reiten

mittels angenieteter Stahlgufsstücke auf einem 42^{mm} starken Rundeisen. Sie bilden zusammen mit Winkeleisen $55 \times 55 \times 10^{mm}$ und $65 \times 65 \times 10^{mm}$ die Aufhängevorrichtung für den erwähnten Kasten. Die Verbindung dieses Kastengerippes mit den Sprengwerken der Langträger trägt Erhebliches zur Verstärkung des Untergestelles bei.

Das zweiachsige Drehgestell mit $2{,}5^{m}$ Achsstand ist im allgemeinen nach den Regeln der österreichischen Staatsbahnen ausgeführt; es hat jedoch verstärkte Querstreben und Brustversteifungen und ist in allen Teilen aus Prefsblechen nach Art der Fox Co. hergestellt. Die Bleche von 10 und 13^{mm} Stärke sind aus Martinflufseisen von 39,2 kg/qmm *) Festigkeit und 29,5 % *) Dehnung bei 200^{mm} Mefslänge verfertigt. Die Wiegenbleche sind mit Holz ausgefuttert, welches Mittel aufser seiner Aufgabe als Träger auch Schwingungen der Bleche verhüten soll und schalldämpfend zu wirken hat. Das Wiegenspiel wurde mit 40^{mm} bemessen; das Drehgestell läfst eine Drehung um 4^{0} nach jeder Seite aus der Mittelstellung zu. Die Wiegebalkengehänge besitzen eine Länge von 275^{mm} bei 15^{0} Neigung gegen die Lotrechte. Zur Verminderung der ruckweisen Stöfse beim Durchfahren von Krümmungen und zur Wiegenspielbegrenzung sind Rückstellbuffer angeordnet, deren Schraubenfedern auf rund 800 kg gespannt sind.

Die Drehpfannen sind aus Stahlgufs mit eingelegten Reibringen aus Bronze hergestellt. Reibpfannen und Reibplatten werden durch am Langträger befestigte Ölbehälter und durch Rohrleitungen von 6^{mm} Weite geschmiert.

Die Wiege des Drehgestelles ruht auf sechs Doppeltragfedern; die Belastung des Drehgestelles wird durch vier einfache Tragfedern mittels abgefederter Gehänge auf die Achslager übertragen. Die Querfedern sind aus je acht Blättern von 90×9^{mm}, mit einer Entfernung der Augenmitten von 950^{mm} und 129^{mm} Pfeilhöhe im freien Zustande hergestellt. Die Längsfedern haben je neun Blätter von 92×13^{mm}, 1223^{mm} Augenmittenentfernung bei 112^{mm} Pfeilhöhe im freien Zustande. Der Berechnung der Tragfedern bei ausgerüstetem Wagen wurde eine Spannung von 70 kg/qmm des Stahlquerschnittes zu Grunde gelegt. Der verwendete Martinflufsstahl besitzt gehärtet eine Festigkeit von 132,8 kg/qmm bei 7 % Dehnung auf 160^{mm} Mefslänge.

Als Achslager wird das nach amerikanisch-preufsischem Vorbilde entworfene, gufseiserne und einteilige Regellager der österreichischen Eisenbahnen für Drehgestellwagen verwendet. Reines Rüböl dient als Schmiermittel.

Man dachte anfangs als Räderpaar jenes der Stummel-Anordnung 106×200^{mm} nach den Regeln der österreichischen Eisenbahnen einzubinden. Um aber hohen Auflagedruck zu meiden, entschlofs man sich für die stärkere Achse der Bauart VI der österreichischen Südbahn mit den Stummelabmessungen 110×230^{mm}. Im erstern Falle hätte der Auflagedruck, bezogen auf das Durchmesser-Rechteck des Stummels, 22,4 kg/qcm betragen, während er im andern Falle auf 18,7 kg/qcm sinkt, also noch innerhalb der Grenze des Zulässigen liegt.

Achsen und Radreifen wurden aus bestem, basischem Martinflufsstahl hergestellt, die Radscheiben sind aus Martinflufseisen gewalzt und geschmiedet; zur Radreifenbefestigung dient der »deutsche Sprengring«. Der Aufprefsdruck der Radscheiben beträgt im Mittel 65 t. Die für die Räderpaare verwendeten Stoffe entsprechen den Gütevorschriften der österreichischen Südbahn.

Da der Wagen für grofsen Fernverkehr bestimmt ist, mufste er mit den Bremsarten der am Übergange beteiligten Verwaltungen versehen werden. Jede Brust trägt acht Kuppelungschläuche, die für Dampfheizungszwecke inbegriffen.

Von der Wirkung der Spindelbremse auf beide Drehgestelle mufste abgesehen werden, da der am Untergestelle angebrachte Kasten im Wege war. Mit der Handbremse können 76 % des halben Wagengewichtes abgebremst werden.

Bezüglich der durchgehenden Bremsen ist zu bemerken, dafs jedes Drehgestell eine besondere Bremsausstattung besitzt, also jedes unabhängig vom andern gebremst wird.

Der Wagen ist mit der selbsttätigen Umschalt-Luftsaugebremse nach Hardy ausgerüstet. In jedes Drehgestell ist ein Rollringzylinder von 534^{mm} Durchmesser und 260^{mm} nutzbarem Hube eingebaut. Jedes Drehgestell besitzt ein schnellwirkendes Ventil der neuen Bauart A. T. und eine nach den Langträgerseiten reichende Umschaltwelle, durch deren Verstellen es möglich ist, mit der einfachen Luftsaugebremse zu fahren, oder die Hardybremse ganz auszuschalten. Diese Bremse ermöglicht 80 % des Wagengewichtes zu bremsen.

Für die selbsttätige und unmittelbar wirkende Westinghouse-Notbremse ist gegen die Wagenmitte zu je ein 203^{mm} weiter Bremszylinder mit 300^{mm} Hub am Untergestelle befestigt. Die Bremswirkung gestattet $82\,^{0}/_{0}$ des Wagengewichtes zu bremsen.

Da der Wagen auch auf die Gotthardbahn übergehen soll, war es nötig, die Wirkungsweise der alten, einfachen und nicht selbstwirkenden Luftdruckbremse, der Westinghouse-Henry-Doppelbremse, hinzuzufügen, was durch Anbringung einer zweiten Hauptleitung und durch Einbau des bekannten Wechselventiles geschah.

Zur Kuppelung der Westinghouse-Bremse der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn »frein automatique et modérable« findet sich ein tieferliegendes Leitungsende mit Abschlufshahn und Schlauchkuppelung nach Muster dieser Bahn. An den Langträgern befestigte Kurbeln ermöglichen von beiden Wagenseiten die Betätigung eines Hahnes, wodurch eine der beiden Wirkungsweisen der Luftdruckbremse »ordinaire et rapide« für diese Bahnverwaltung eingeschaltet wird.

An Rohrleitungen trägt das Untergestell noch solche für die Dampfheizung nach den Vereinsvorschriften und für die Dampfheizungsleitung mit Abschlufshahn und Halbkuppelung nach Bauart der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn für Wagen mit Durchgangsverbindung.

Verwechselungen der Kuppelungschläuche sollen durch Anschriften vermieden werden.

Die durchgehende Zugvorrichtung ist mit einem nutzbaren Zugstangenquerschnitte von 1590,4 qmm ausgeführt. Die einzelnen Teile der Zugstange sind mittels sechs flufseiserner Muffen und Stahlkeile, oberhalb der Drehgestelle durch Dreiecksgelenke gekuppelt. Die Laschen der Schraubenkuppel besitzen Lappen nach dem Patente Otzelberger, um ein Verschlagen

*) Mittelwerte.

der Spindeln zu verhindern. Die doppelt gefederten Buffer der Stofsvorrichtung sind durch Winkel- und Gelenkhebel untereinander verbunden, um den Widerstand in den Krümmungen zu vermindern. Für die Zug- und Stofsvorrichtung ist mit obigen Ausnahmen Schweifseisen verwendet, welches den Gütebedingungen der österreichischen Südbahn entspricht.

Mit dem Untergestelle ist der 18 m lange Wagenkasten verschraubt. Die in ihren Einschränkungen besonders peinliche italienische Umrifslinie liefs nur eine Kastenbreite von 2,9 m zu.

Zur Schonung des Wagenkastens und um ruhigen Gang des Wagens zu erzielen, sind zwischen Kasten und Brust- sowie Längsträgern der ganzen Länge nach 15 mm starke Filzstreifen befestigt. Für das Kastengerippe wurde lufttrockenes Eichenholz verwendet. Die geschifteten Kastenlangschwellen sind gleichfalls aus Eiche hergestellt, die aus einem Stücke geschnittenen Oberrahmen bestehen aus Pitchpine.

Bei der grofsen Länge der Seitenwand mufste der untere Teil dieser Wand selbst zu einem Träger ausgebildet werden; es geschieht dies durch Anbringung eines Winkeleisens $125 \times 50 \times 9$ mm, an welches ein Flacheisen 230×7 mm angenietet ist. Das ungleichschenkelige Winkeleisen ist mittels Durchschrauben an dem Unterrahmen und am Langträger befestigt; in gleicher Weise sind alle senkrechten Pfosten mit dem Winkel- und dem Flacheisen gut verbunden. Die Kastensäulen sind im Ober- und Unterrahmen verzapft und durch kräftige, geschmiedete Winkel mit ihnen und den gleichfalls verzapften und eingeleimten Querriegeln verschraubt.

Der doppelte, aus Fichtenbohlen gelegte Fufsboden ist in den Zwischenräumen mit schalldämpfender, die Wärme schlecht leitender Schlackenwolle ausgefüllt.

Das 65 mm starke Dach ist in üblicher Korbbogenform ausgeführt; es trägt nach der Länge des Saalraumes einen Oberlichtaufbau. Die Dachspriegel wurden aus harten und weichen Holzstreifen zusammengeleimt.

Für die Dachdeckung wurde die doppelte Holzverschalung beiderseits gekittet, mit dicker Spachtelfarbe gestrichen und hierauf die obere Verschalung mit wasserdichter Segelleinwand überzogen, welche mit verzinkten Eisennägeln befestigt wurde. Die Dachleinwand wurde schliefslich dreimal mit fetter Bleiweifsfarbe gestrichen. Der Raum zwischen den Dachverschalungen, gleichwie die Felder der Seitenwände sind mit Holzstoff ausgefuttert.

Die Kastenwände sind mit 1,5 mm starkem Eisenbleche verschalt; die innere Verschalung bilden lotrecht gestellte Fichtenbretter, auf welche die Tapeten genagelt sind.

Für die Faltenbälge wurde aus Gründen der Übergangsfähigkeit die »internationale« Bauart gewählt. Sie besitzen bereits die nach Muster der österreichischen Staats-Eisenbahngesellschaft ausgeführten Vorreiber*).

Aufserdem besitzt der Wagen Scheergitterflügel und Übergangsbrücken nach Art der österreichischen Staatsbahnen, sowie Seitengeländer nach Ausführung der internationalen Schlafwagengesellschaft.

An den Stirnwänden wurden die auf französischen Bahnen üblichen Signal- und Scheibenträger, wie auch die erforderlichen Vereins-Laternenstützen angebracht.

Der Anstrich der Kastenwände wurde nach dem in neuerer Zeit in Österreich gebräuchlichen Emaillackverfahren in dunkelblauer Farbe ausgeführt. Untergestelle und Laufwerk sind schwarz gestrichen. Der Wagen trägt als Heimat-Bezeichnung die der österreichischen Südbahn, in deren Wagenbestand er als »Salon LI« eingereiht ist.

*) T. V. IV. Nachtrag 1903, 140, Abs. 5.

(Schlufs folgt.)

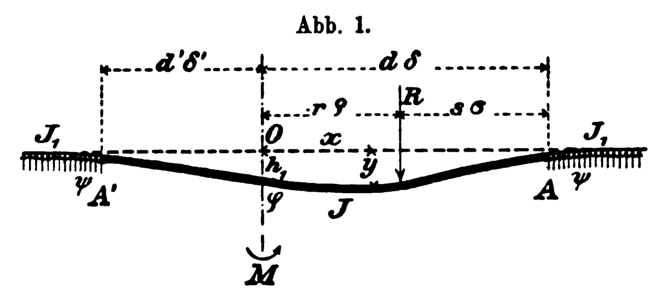
Der gerade Balken mit elastisch eingespannten Auflagern, mit besonderer Rücksichtnahme auf die Verhältnisse des Eisenbahnoberbaues.

Von **Ad. Francke,** Baurat in Alfeld a. d. Leine.

Der Querschnitt des in Textabb. 1 dargestellten Balkens habe zwischen den Auflagerpunkten A'A das Trägheitsmoment J, aufserhalb J_1. Von den Auflagerpunkten A'A ab sei dieser Balken gebunden durch die stetigen, der Senkung $y = 1$ entsprechenden, elastischen Streckenkräfte $\psi = 4 EJ_1 m^4$.

Wenn keine elastischen Mittelstützen da sind (Textabb. 1),

Abb. 1.



so entspricht der Fall einem Langschwellenoberbaue, der ohne Unterstopfung über eine freie Öffnung der Stützweite $d + d'$ geführt wird, während das Trägheitsmoment vom gewöhnlichen Werte J_1 auf den Wert J für die freie, zu überbrückende, Durchlafsstrecke $d + d'$ verstärkt wird.

1. Einflufs einer auf der freien Öffnung stehenden Einzellast.

Bewegt sich nun eine Einzellast R über diesen Durchlafs, wird hierbei eine feste, nach unserer Wahl jedoch links von R liegende Achse 0 als Ursprung der x gewählt, so lautet die Gleichung der elastischen Senkung y für die rechts von 0 liegende Seite:

Gl. 1) $$EJy = EJh + EJ\varphi x - \frac{Mx^2}{2} - \frac{Qx^3}{6} + \frac{R(x-r)^3}{6},$$

wenn h, φ, M, — Q die vier elastischen Festwerte des Punktes 0 darstellen.

Durch Ableitung folgt:

$$EJ\frac{dy}{dx} = EJ\varphi - Mx - Q\frac{x^2}{2}, + \frac{R(x-r)^2}{2},$$

$$EJ\frac{d^2y}{dx^2} = -M - Qx, + R(x-r),$$

$$EJ\frac{d^3y}{dx^3} = -Q, + R.$$

Für $x = d$, den Anfangspunkt der Einspannung und zugleich den Punkt, wo das Trägheitsmoment J unstetig auf den Wert J_1 abnimmt, gelten mithin die vier Gleichungen:

$$\text{Gl. 2)}\quad \begin{cases} EJh_d = EJh + EJ\varphi d - M\frac{d^2}{2} - Q\frac{d^3}{6} + \frac{Rs^3}{6}, \\ EJ\varphi_d = EJ\varphi - Md - Q\frac{d^2}{2} + \frac{Rs^2}{2}, \\ -M_d = -M - Qd + Rs, \\ Q_d = -Q + R. \end{cases}$$

Der Verlauf der Einspannung ist für $\psi = 4\,m^4 EJ_1$ und willkürliche Werte A B gebunden an die vier Bedingungsgleichungen:

$$EJ_1 h_d = \frac{A+B}{4\,m^3},$$

$$EJ_1 \varphi_d = \frac{-B}{2\,m^2},$$

$$EJ_1\frac{d^2y}{dx^2} = -M_d = \frac{B-A}{2\,m},$$

$$EJ_1\frac{d^3y}{dx^3} = Q_d = A.$$

Also gelten, für $\frac{J}{J_1} = i$, die Bedingungen für die vier Werte 2):

$$EJh + EJ\varphi d - M\frac{d^2}{2} - Q\frac{d^3}{6} + \frac{Rs^3}{6} = \frac{(A+B)\,i}{4\,m^3},$$

$$EJ\varphi - Md - Q\frac{d^2}{2} + \frac{Rs^2}{2} = \frac{-Bi}{2\,m^2},$$

$$-M - Qd + Rs = \frac{B-A}{2\,m},$$

$$-Q + R = A,$$

oder, nach Einführung der elastischen Winkelzahlen $md = \delta$ und so weiter

$$4\,m^3 EJh + 4\,EJ\,m^2\varphi\delta - 2\,Mm\,\delta^2 - \frac{2}{3}Q\delta^3 + \frac{2}{3}R\sigma^3 = (A+B)\,i$$

$$2\,EJ\,m^2\varphi - 2\,Mm\,\delta - Q\delta^2 + R\sigma^2 = -Bi,$$

$$-2\,Mm - 2\,Q\delta + 2\,R\sigma = B - A,$$

$$-Q + R = A.$$

Aus diesen Gleichungen folgt, durch Entfernung der willkürlichen Festwerte A und B:

$$\text{Gl. 3)}\quad \begin{cases} 2\,m^2 EJ\varphi - 2\,mM(i+\delta) - Q(i + 2\,i\delta + \delta^2) \\ \quad + R(i + 2\,i\sigma + \sigma^2) = 0, \\ -4\,m^3 EJh - 4\,m^2 EJ\varphi - 2\,mM(i - \delta^2) - 2\,Q \\ \quad \left(i + i\delta - \frac{\delta^3}{3}\right) + 2\,R\left(i + i\sigma - \frac{\sigma^3}{3}\right) = 0. \end{cases}$$

Stellt man die entsprechenden Gleichungen für die linke nicht durch R belastete Seite auf, so erhält man:

$$\text{Gl. 3a)}\quad \begin{cases} -2\,m^2 EJ\varphi - 2\,mM(i+\delta') + Q(i + 2\,i\delta' \\ \quad + \delta'^2) = 0, \\ -4\,m^3 EJh + 4\,m^2 EJ\varphi - 2\,mM(i - \delta'^2) + 2\,Q \\ \quad \left(i + i\delta' - \frac{\delta'^3}{3}\right) = 0. \end{cases}$$

Diese vier Gleichungen genügen, um bei beliebiger Stellung R die vier, an einem beliebigen Orte δ, δ' erzeugten vier elastischen Werte h, φ, M, Q zu bestimmen.

Insbesondere folgt, durch Zusammenzählen der ersten und dritten Gleichung die allgemeine Beziehung:

$$\text{Gl. 4)}\quad -2\,Mm(2\,i + \delta + \delta') + Q(\delta' - \delta)(2\,i + \delta + \delta') + R(i + 2\,i\sigma + \sigma^2) = 0.$$

Setzen wir in dieser Gleichung $\delta = \delta'$, wählen wir also den Mittelpunkt 0 einer Öffnung der Spannweite 2 d als Ursprung, so erhalten wir für den Wert des in der Mitte der Öffnung erzeugten Biegungsmomentes M den Ausdruck:

$$\text{Gl. I.}\quad M = \frac{R(i + 2\,i\sigma + \sigma^2)}{4\,m\,(i+\delta)}.$$

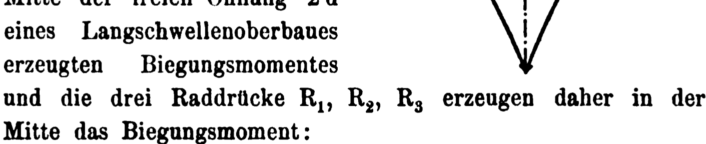


Abb. 2.

Die Parabel der Gleichung:

$$y = \mu\,.\,4\,m\,(i+\delta) = i + 2\,i\sigma + \sigma^2 = i + 2\,i\,m\,.\,s + m^2\,.\,s^2$$

ist daher (Textabb. 2), die Einflufslinie für das in der Mitte der freien Öffnung 2 d eines Langschwellenoberbaues erzeugten Biegungsmomentes und die drei Raddrücke R_1, R_2, R_3 erzeugen daher in der Mitte das Biegungsmoment:

$$M = R_1\,\mu_1 + R_2\,\mu_2 + R_3\,\mu_3.$$

Insbesondere erhält man für die Sonderstellung $\sigma = 0$, also wenn die Last R auf dem elastisch gebundenen Auflagerpunkte $x = d$ steht, den Wert des in der Mitte des Trägers erzeugten Biegungsmomentes:

$$M = \frac{R\,.\,i}{4\,m\,(i+\delta)}.$$

Für $\sigma = \delta$ aber, also für Mittelstellung der Last R erhält man:

$$\text{Gl. II.}\quad M = \frac{R\,(i + 2\,i\delta + \delta^2)}{4\,m\,(i+\delta)}$$

als den Hauptwert des gröfsten von einer Einzellast R überhaupt erzeugten Biegungsmomentes. Für $J = J_1$, also ohne Verstärkung des Trägheitsmomentes, hat man also den Wert:

$$M = \frac{R\,(1+\delta)}{4\,m}$$

und verstärkt man das Trägheitsmoment auf der freien Strecke 2 d, so nimmt auch das mafsgebende Biegungsmoment M zu, liegt aber stets innerhalb der Grenzen

$$\frac{R\,(1+\delta)}{4\,m} < M < \frac{R\,(1 + 2\,\delta)}{4\,m}$$

indem M den Wert der rechten Seite erst für $i = \infty$ erreichen würde.

Um einen allgemeinen Ausdruck für die erzeugte Querkraft Q zu gewinnen, leiten wir für $\delta = \delta'$ aus den Gl. 3) durch Abziehen der ersten und dritten, sowie der zweiten und vierten, die beiden Gleichungen ab:

$$2\,m^2 EJ\varphi - Q\,(i + 2\,i\delta + \delta^2) = -\frac{R}{2}(i + 2\,i\sigma + \sigma^2),$$

$$2\,m^2 EJ\varphi\,\delta + Q\left(i + i\delta - \frac{\delta^3}{3}\right) = \frac{R}{2}\left(i + i\sigma - \frac{\sigma^3}{3}\right),$$

woraus folgt:

$$\text{Gl. IIa)}\quad Q = \frac{R}{2}\left\{\frac{i + i\sigma - \frac{\sigma^3}{3} + \delta\,(i + 2\,i\sigma + \sigma^2)}{i + i\delta - \frac{\delta^3}{3} + \delta\,(i + 2\,i\delta + \delta^2)}\right\}$$

$$= \frac{R}{2}\left\{\frac{i\,(1 + \sigma + \delta + 2\,\sigma\delta) + \delta\sigma^2 - \frac{\sigma^3}{3}}{i + 2\,i\,(\delta + \delta^2) + \frac{2\,\delta^3}{3}}\right\}$$

und auf Grund der durch die Gleichungen I und II gegebenen Werte des in der Mitte des Trägers erzeugten Biegungsmomentes und der zugehörigen, links von R wirkenden Querkraft $-Q$ ist die Kräfteverteilung für alle Punkte des Trägers bestimmt.

Beispielsweise ergibt sich für Endstellung der Last R im Lagerpunkte A der allgemeine Wert des daselbst erzeugten Kämpfermomentes:

$$M = \frac{Ri}{4\,m}\left\{\frac{1}{i + \delta} + \frac{2\,\delta\,(1 + \delta)}{i + 2\,i\,(\delta + \delta^2) + \frac{2}{3}\delta^3}\right\}$$

und zwar müfste dieses Moment auch von dem unverstärkten Querschnitte des Trägheitsmomentes J_1 aufgenommen werden.

Für die in der Mitte der Öffnung erzeugte elastische Durchbiegung h findet man den allgemeinen Wert:

$$\frac{4\,m^3 EJh}{R} = i + i\sigma - \frac{\sigma^3}{3} - \frac{(i - \delta^2)}{2\,(i + \delta)}(i + 2\,i\sigma + \sigma^2),$$

oder

$$\frac{\psi h}{mR} = \frac{i + 2\sigma\left(\delta^2 - \frac{\sigma^2}{3}\right) + 2\,\delta\,(1 + \sigma) + \delta^2 - \sigma^2 + \frac{\sigma^2\delta}{i}\left(\delta - \frac{2\sigma}{3}\right)}{2\left(1 + \frac{\delta}{i}\right)}$$

und daher beispielsweise für die Mittelstellung $\sigma = \delta$:

$$\frac{\psi h}{mR} = \frac{i + 2\,(\delta + \delta^2) + \frac{4\,\delta^3}{3} + \frac{\delta^4}{3\,i}}{2\left(1 + \frac{\delta}{i}\right)}.$$

Nach diesen Gleichungen könnte durch Beobachtung der Durchbiegungen die Frage näher geprüft werden, ob und inwieweit die über die Gröfse des elastischen Auftriebes ψ gemachten, der Rechnung zu Grunde gelegten Annahmen mit der Wirklichkeit übereinstimmen.

Zahlenbeispiel für einen Hilfschen Langschwellenoberbau mit den Werten $E = 1800000$ kg/qcm, $J_1 = 700$ cm⁴,

$$\psi = 96\ \text{kgcm}^2,\ m = \sqrt[4]{\frac{96}{4 \,.\, 1800000 \,.\, 700}} = \frac{1}{85{,}1}.$$

Für diesen Oberbau beträgt das auf der freien unterstopften Strecke unter einem Rade R von diesem erzeugte Biegungsmoment $\frac{R}{4\,m} = \frac{85{,}1}{4}\,R$ = rund (21,25 R) cmkg.

Über einem kleinen Durchlasse von 200 cm Weite ist das Hauptbiegungsmoment bei Mittelstellung des Rades ohne Verstärkung des Trägheitsmomentes:

$$M = \frac{(1 + \delta)}{4\,m}R = \frac{85{,}1}{4}(1 + 1{,}175)\,R = (46{,}2\ R)\ \text{cmkg}.$$

Vermehrt man aber auf der Durchlafsstrecke von 200 cm Lichtweite das Trägheitsmoment auf den doppelten Wert $J = 1400$ cm^4, so beträgt das erzeugte Biegungsmoment

$$M = \frac{85{,}1}{4}\,\frac{(2 + 4 \,.\, 1{,}175 + 1{,}175^2)}{3{,}175}\,R = \text{rund}\ (54\ R)\ \text{cmkg};$$

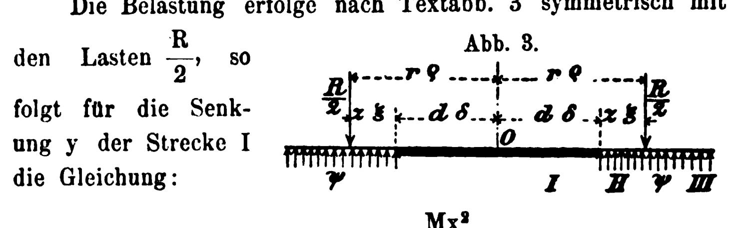
bei fortschreitender Verstärkung beträgt der äufserste Grenzwert 71,25 R (cmkg).

Man hat jedoch keine Sicherheit, dafs der für dieses Zahlenbeispiel gefundene Momentenwert bereits den für die Bestimmung des Querschnittes mafsgebenden Höchstwert darstellt. Vielmehr hat man zur Entscheidung dieser Frage auch den etwaigen Einflufs aufserhalb der Punkte A stehender Räder zu beachten.

2. Einflufs einer auf den elastisch eingespannten Auflagern stehenden Einzellast.

Die Belastung erfolge nach Textabb. 3 symmetrisch mit den Lasten $\frac{R}{2}$, so folgt für die Senkung y der Strecke I die Gleichung:

Abb. 3.



$$EJy = EJh - \frac{Mx^2}{2}.$$

Die Gleichung für Strecke III, also für Werte $x > r$ kann bei willkürlichen Festwerten A und B geschrieben werden:

$$EJ_1 y = \frac{e^{-m(x-d)}}{4\,m^3}\Big\{(A + B)\cos m\,(x - d) + (A - B)\sin m\,(x - d)\Big\}$$

Wird abkürzend gesetzt:

$$Z\,(x) = \text{Cos}\,x\sin x - \text{Sin}\,x \,.\, \cos x,\quad Z_1\,(x) = \text{Sin}\,x\sin x,$$
$$Z_2\,(x) = \text{Cos}\,x\sin x + \text{Sin}\,x\cos x,\quad Z_3\,(x) = \text{Cos}\,x \,.\, \cos x,$$

so lautet die Gleichung der elastischen Senkung y auf der Strecke II, weil im Punkte $x = r$ die Querkraft um das Mafs $\frac{R}{2}$ springt, während alle andern Werte unverändert bleiben,

$$EJ_1 y = \frac{e^{-m(x-d)}}{4\,m^3}\Big\{(A + B)\cos m\,(x - d) + (A - B)\sin m\,(x - d)\Big\}$$
$$- \frac{RZ\,[m\,(x - r)]}{8\,m^3}.$$

Daraus folgen für die vier elastischen Werte im Punkte $x = d$ die vier Bedingungen:

$$EJ_1 y_d = \frac{A + B + \frac{RZ(\xi)}{2}}{4m^3},$$

$$EJ_1 \varphi_d = -\frac{\left(B + \frac{R}{2} Z_1 [\xi]\right)}{2m^2},$$

$$EJ_1 \frac{d^2 y}{dx^2} = -M_d = \frac{B - A + \frac{R}{2} Z_2 [\xi]}{2m},$$

$$EJ_1 \frac{d^3 y}{dx^3} = Q_d = A - \frac{RZ_3 [\xi]}{2},$$

also bestehen zwischen den Werten h, M, A, B, R die vier Gleichungen:

$$\begin{cases} EJh - \frac{Md^2}{2} = \frac{\left(A + B + \frac{RZ[\zeta]}{2}\right) i}{4m^3}, \\ -Md = -\frac{\left(B + \frac{RZ_1[\zeta]}{2}\right) i}{2m^2}, \\ -2mM = B - A + \frac{RZ_2[\zeta]}{2}, \\ 0 = A - \frac{RZ_3[\zeta]}{2}, \end{cases}$$

oder:

$$\begin{cases} 4m^3 EJh - 2mM\delta^2 = \left(A + B + \frac{RZ[\zeta]}{2}\right) i, \\ -2mM\delta = -\left(B + \frac{RZ_1[\zeta]}{2}\right) i, \\ -2mM = B - A + \frac{RZ_2[\zeta]}{2}, \\ 0 = A - \frac{RZ_3[\zeta]}{2}, \end{cases}$$

aus welchen für M folgt:

$$2mM(\delta + i) = \frac{Ri}{2} \left\{ Z_3[\xi] + Z_1[\xi] - Z_2[\xi] \right\}$$

$$= \frac{Ri\, e^{-\xi} (\cos \xi - \sin \xi)}{2},$$

also erzeugt eine einzige Last R das Biegungsmoment in der Trägermitte:

Gl. III) $$M = \frac{Ri}{4m} \frac{e^{-\xi} (\cos \xi - \sin \xi)}{(\delta + i)},$$

welches positiv bleibt bis zum Werte $\xi = \frac{\pi}{4}$.

Ist der kleinste Achsstand für das Zahlenbeispiel = 142,5 cm, so ist für das Hauptbiegungsmoment M der Mitte (Textabb. 4)

Abb. 4.

nicht nur das Mittelrad R_1 in Betracht zu ziehen, sondern auch der Einfluſs der beiden Räder R_2.

Bei den gewählten Zahlen ergibt sich daher für $i = 2$ in der Mitte ein Biegungsmoment

$$M = 54\, R_1 + 6{,}7\, R_2.$$

Nach Textabb. 2 kann durch etwa auſserhalb der Punkte A stehende Räder gemäſs Gl. III) eine weitere Vermehrung des daselbst durch drei auf der Öffnung stehende Räder erzeugten Biegungsmomentes der Trägermitte herbeigeführt werden.

Um den Einfluſs einer auſserhalb der freien Öffnung stehenden Einzellast in Bezug auf die Kräfteverteilung für alle Punkte erschöpfend darzustellen, erübrigt noch die Darstellung der von einer solchen Einzellast R im Träger erzeugten Querkraft, welche am einfachsten durch Betrachtung des antisymmetrischen Belastungsfalles mit halben Lasten gewonnen wird (Textabb. 5).

Abb. 5.

Dann gilt für Strecke I die Gleichung:

$$EJy = EJ\varphi x - \frac{Qx^3}{6},$$

während für die Strecken II und III die bereits oben angegebenen Gleichungen bestehen bleiben, sodaſs sich die vier Bedingungsgleichungen ergeben:

$$4m^2 EJ\varphi\delta - \frac{2}{3} Q\delta^3 = \left(A + B + \frac{RZ[\xi]}{2}\right) i,$$

$$2m^2 EJ\varphi - Q\delta^2 = -\left(B + \frac{RZ_1[\xi]}{2}\right) i,$$

$$-2Q\delta = B - A + \frac{RZ_2[\xi]}{2},$$

$$-Q = A - \frac{RZ_3[\xi]}{2},$$

aus welchen durch Entfernung von A und B die beiden Gleichungen abgeleitet werden können:

$$2m^2 EJ\varphi - Q(i + 2i\delta + \delta^2) = -\frac{Rie^{-\xi}}{2} (\cos \xi - \xi),$$

$$4m^2 EJ\varphi\delta + 2Q\left(i + i\delta - \frac{\delta^3}{3}\right) = Rie^{-\xi} \cos \xi,$$

aus welchen der Wert folgt:

Gl. IV) $$Q = \frac{Re^{-\xi}}{2} \left\{ \frac{(1 + \delta) \cos \xi - \delta \sin \xi}{1 + 2\delta + 2\delta^2 + \frac{2\delta^3}{3i}} \right\}.$$

Man erkennt, daſs der Zahlenwert Q sein Vorzeichen wechselt für $\operatorname{tg} \xi = 1 + \frac{1}{\delta}$.

Für einen Balken mit schwimmenden Enden, eine durchlaufende Schiffbrücke mit gröſserer freier, nicht schwimmender

Mittelöffnung würde daher die gröfste Querkraft — Q_m in der Mitte bei der in Textabb. 6 angegebenen Streckenbelastung

Abb. 6.

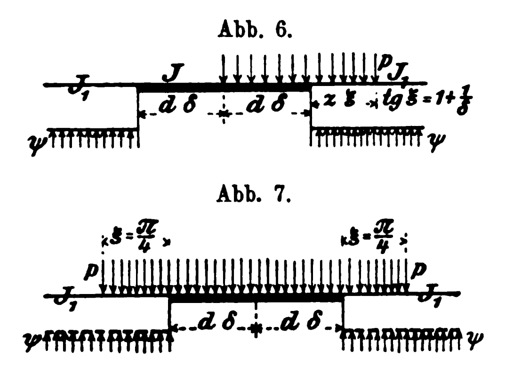


Abb. 7.

entstehen, während sich das gröfste Biegungsmoment M_m bei der in Textabb. 7 angegebenen Belastung ergeben würde mit dem Werte:

$$M = \frac{p}{2\,m^2\,(i+\delta)}\left\{\int_0^{\sigma}(i+2\,i\,\sigma+\sigma^2)\,d\sigma + i\int_0^{\frac{\pi}{4}} e^{-\xi}(\cos\xi - \sin\xi)\,d\xi\right\}$$

$$= \frac{p}{2\,m^2}\,\frac{\left[\delta+\delta^2+\frac{\delta^3}{3\,i}+\frac{e^{-\frac{\pi}{4}}}{\sqrt{2}}\right]}{1+\frac{\delta}{i}}\,.$$

(Schlufs folgt.)

Der Endbahnhof der Pennsylvania-Eisenbahn in Jersey-City bei New-York.

Von **E. Giese**, Regierungsbaumeister in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 bis 7 auf Tafel XII.

Die Pennsylvania-Eisenbahn, die den Verkehr nach Süden und Westen vermittelt, endet bislang nicht in dem eigentlichen New-York, sondern an dem gegenüberliegenden Ufer des Hudsonflusses in der jetzt auch schon bedeutenden Stadt Jersey-City. In den letzten Jahren ist die innerhalb der dichteren Bebauung gelegene Bahnstrecke, die früher in Strafsenhöhe lag, gehoben und mittels eisernen Unterbaues in den unmittelbar am Ufer gelegenen Kopfbahnhof eingeführt. Die nördlich von diesem befindlichen Anlagen für den Güterverkehr sind aber in der frühern tiefen Lage belassen.

Das Empfangsgebäude zeigt einen eigenartigen, aber in Nord-Amerika gewöhnlichen Grundrifs,*) der hier zum Teil dadurch beeinflufst ist, dafs die überwiegende Mehrzahl der Reisenden mit Fähren ankommen und abfahren. Die Verbindung mit New-York und Brooklyn wird nämlich durch gewaltige, zweistöckige Dampffähren vermittelt, die der Eisenbahn-Gesellschaft gehören. Die Abfertigung der Reisenden, das Lösen und Prüfen der Fahrkarten und das Aufgeben des Gepäckes geschieht schon auf der New-Yorker Seite an den Abfahrplätzen der Fähren, und in Jersey-City geht der Reisende unmittelbar nach Ankunft der Fähre auf den Zug über. Wenn nun auch die Fähren nicht mit ihrer Längsseite, sondern »vor Kopf« anlegen, so erfordern doch die sechs Anlageplätze der Schiffe nach Abb. 3, Taf. XII eine viel gröfsere Breite als die zur Aufnahme der erforderlichen Bahnsteiggleise dienende Halle, und man kam daher zu einer Anlage, die für den Verkehr mit New-York einen Kopf-, für den von Jersey-City einen Seitenbau darstellt.

Das Empfangsgebäude (vergl. Abb. 4, Taf. XII) ist entsprechend der hohen Lage der Gleise über der Strafse zweigeschossig. Das untere, in Strafsenhöhe liegende Stockwerk enthält die Räume für die Abfertigung des Reisegepäckes und des Eil- und Exprefsgutes und liegt in einer recht glücklichen Weise auch in einer Höhe mit dem untern, für Fuhrwerke bestimmten Decke der Fähren. Mit der Bahnsteighalle stehen die unteren Räume durch mehrere grofse Aufzüge in Verbindung. Das obere Stockwerk enthält vor allem eine grofse, 161 m lange und 18 m breite Vorhalle; auf diese münden die Landungsstege, die mit dem obern, für die Reisenden bestimmten Decke der Fähren in einer Höhe liegen. In dem Winkel zwischen der Vorhalle und der Bahnsteighalle liegen in Gleishöhe der Warteraum und die Bahnhofswirtschaft. Nach amerikanischer Sitte ist nur ein Wartesaal vorhanden, in den gleichzeitig die Fahrkartenausgabe, die Schalter der Pullman-Gesellschaft, ein Zeitungsstand, eine Auskunftstelle und die Handgepäck-Aufbewahrung eingebaut sind. An den Warteraum schliefst sich nach einer in Amerika sehr beliebten Anordnung ein Speisesaal für die Reisenden, die ein anspruchsvolleres Mahl in Ruhe einnehmen wollen, und ein »lunch room« für die, die sich mit einem einfachen und fertigen Gerichte an einem hohen Anrichtetische mit Sitzböcken begnügen. Dann kommen die Aborte und die Waschräume, die sich wie immer in Amerika durch vorzügliche Reinlichkeit, fliefsendes heifses und kaltes Wasser und eine Fülle von guter Seife und sauberer Handtücher auszeichnen. Die in Amerika unvermeidlichen Räume für Bartscheer und Schuhputzer vervollständigen die Einrichtung. An den Wartesaal stöfst an der Langseite der Bahnsteighalle die Eingangshalle von Jersey-City an, deren Treppe unmittelbar in den Warteraum mündet; weiterhin folgen zwei mehrgeschossige Gebäude mit Diensträumen.

Die Bahnsteighalle ist mit einem gewaltigen Bogendache von 77 mm Spannweite überdacht, das sehr reichliches Oberlicht erhalten hat; von den Hauptbindern sind je zwei mit einander gekuppelt. Die Halle ist 235 m lang, die Gleise sind noch etwas länger, sodafs jedes einen Zug von 10 vier- bis sechsachsigen Wagen aufnehmen kann. Von den zwölf Bahnsteiggleisen dienen die äufseren für den Vorortverkehr und zwar die nördlichen für die abfahrenden, die südlichen für die an-

*) Organ 1891, S. 173; 1894, S. 1; 1895, S. 18 und 169; 1898, S. 147, 171 und 214.

kommenden Züge. Die mittleren Gleise sind für die Fernzüge bestimmt und daher mit Gepäcksteigen ausgerüstet. Die Weichenverbindungen vor der Halle sind aber so getroffen, dafs alle Gleise von jedem Zuge zur Ein- und Ausfahrt benutzt werden können. Das vordere Ende aller Gleise ist auf mehr als doppelte Lokomotivlänge mit einer durch eine Asphaltlage gebildeten wasserdichten Unterlage versehen, um das Durchsickern von Wasser in die unteren Räume zu verhindern. Prellböcke zum Abschlusse der Gleise fehlen und sind durch Holzschwellen ersetzt, die in etwa 50 cm Höhe liegen und gegen eine andere, nach hinten versteifte Schwelle abgefedert sind (Abb. 5, Taf. XII). Zum Aufhalten eines Zuges sind sie aber viel zu schwach. Dies kann auch nicht durch die etwa 3 ^{m} vor den Bufferschwellen ausgelegten Bremsschuhe erreicht werden. Die bei uns übliche Überdeckung der Schienen mit einer Sandschicht ist nicht vorhanden. Eine wirksame Sicherung gegen zu schnell einfahrende und nicht sachgemäfs gebremste Züge fehlt somit. Die Ansichten über die Notwendigkeit und zweckmäfsigste Durchbildung dieser Anlagen gehen ja auch bei uns weit auseinander, und manche Eisenbahntechniker stehen auf dem Standpunkte, dafs es besser ist, wenn ein Zug in den Kopfbahnsteig hineinfährt, als dafs die ganze lebendige Kraft an einem widerstandsfähigen Prellbocke vernichtet wird. Jedes Gleis ist an der Bufferschwelle mit seiner Nummer, der Abfahrzeit des nächsten Zuges und den Namen der wichtigsten von ihm berührten Orte bezeichnet.

Die Bahnsteige sind für uns auffallend schmal. Während wir für zweiseitig benutzte Bahnsteige bei lebhaftem Verkehre mindestens 9 ^{m} zwischen den Gleismitten, meist aber auf grofsen Bahnhöfen 13,5 ^{m} wählen, sind hier die Zungensteige nur 7 ^{m} breit, was bei beiderseits besetzten Gleisen einer Nutzbreite von noch nicht 4 ^{m} entspricht. Trotzdem sind die Bahnsteige nach amerikanischer Anschauung noch breit zu nennen. Eine gröfsere Breite von 9,5 ^{m} haben nur die beiden Gepäckbahnsteige für die Fernzüge. Auch hier zeigt sich ein Unterschied gegenüber unseren Verhältnissen, denn wir machen die Personensteige in der Regel breiter als die Gepäcksteige; die Amerikaner stehen also auf dem wohl nicht ganz unrichtigen Standpunkte, bei gleichem Geldaufwande lieber den Raum für die Reisenden etwas einzuschränken, dafür aber den Verkehr der Gepäckskarren und die Verladung des Gepäckes möglichst zu erleichtern und zu beschleunigen, damit auch zu verbilligen. — Bemerkenswert in der Anordnung der Bahnsteige ist die Verkürzung des südlichsten Gleises. Dadurch wird nicht nur der Zugang zu dem Wartesaal und den Geschäftsräumen bequemer, sondern auch Raum für einen Gepäcksaufzug gewonnen. Die Bahnsteige liegen nur wenige Zentimeter über S. O.; auch dies entspricht allgemeinen amerikanischen Grundsätzen, die bei den meisten Zwischenstationen dazu geführt haben, Schienenoberkante und Bahnsteige überhaupt in gleiche Höhe zu legen und auf eine bestimmte Abgrenzung des Bahnsteiges gegen das Gleis zu verzichten. Die Bahnsteige sind mit Zementplatten abgedeckt mit Ausnahme der Gepäcksteige, die einen Belag aus Bohlen erhalten haben, um den zum Ziehen der Gepäckkarren benutzten Pferden bessern Halt zu geben. Die Gepäckaufzüge sind $2{,}5 \times 7$ ^{m} grofs.

Die Bahnsteigsperre ist so eingerichtet, dafs der Wartesaalbau mit den Speiseräumen und Aborten frei zugänglich bleibt. Den wichtigsten Teil der Sperre bildet ein etwa 2,5 ^{m} hohes schmiedeeisernes Gitter, das die Bahnsteighalle gegen die Vorhalle abschliefst. Die Durchgänge für den Reisenden sind sehr schmal und können durch Schiebetüren geschlossen werden. Für die Bahnsteigschaffner sind nicht, wie bei uns Häuschen aufgestellt, sondern es ist nur nach Abb. 6, Taf. XII eine kleine, etwa 90 cm hohe und etwas gebogene, schmiedeeiserne Stütze angeordnet, die den Beamten von dem Menschenstrome trennt. Für jeden Schaffner ist ein erhöhter, mit Linoleum abgedeckter Auftritt a vorhanden, der gegen kalte Füfse schützt. Über jedem Durchgange sind je zwei Tafeln angebracht, die die Nummer des Gleises und die notwendigen Angaben über die Abfahrt des Zuges angeben. Die Tafeln sind im Grundrisse im Dreiecke zu einander gestellt, sodafs sie von jedem Punkte der Vorhalle bequem zu lesen sind. Zwischen den hauptsächlich von ankommenden Reisenden benutzten Durchgängen ist eine grofse Tafel, die über die in Amerika so häufigen Verspätungen Aufschlufs gibt.

Die Betriebsanlagen für den Personenverkehr sind nicht einheitlich angeordnet, da es in unmittelbarer Nähe des Empfangsgebäudes an Platz gemangelt hat; die Hauptanlagen sind daher mehrere Kilometer nach aufsen verschoben worden. Nördlich von der Bahnsteighalle liegen, wie der Lageplan Abb. 3, Taf. XII zeigt, nur 7 stumpf endigende Gleise zum Aufstellen der Vorortzüge, die hier auch gereinigt, vorgeheizt und mit Gas versehen werden. Ferner ist in der Nähe des Personenbahnhofes eine Gleisgruppe mit Drehscheibe vorhanden, die zum Aufstellen der zahlreichen Lokomotiven dient, die nach kurzem Aufenthalte wieder ausfahren. Auch die elektrische Licht- und Kraftanlage hat zur Kohlenzufuhr und Ascheabfuhr Gleisanschlufs erhalten. Zur Überführung von Güterwagen geht ein stark geneigtes Anschlufsgleis in die Strafsenbahn über.

Die Fernzüge und ein grofser Teil der Vorortzüge müssen aber nach dem aufserhalb angelegten Abstellbahnhofe überführt werden. Die angekommenen Züge werden von einer Verschiebe-Lokomotive herausgezogen, die Zuglokomotive läuft ohne Blockabstand unmittelbar hinter ihrem Zuge her. Die Züge, die demnächst ausfahren sollen, werden von dem Abstellbahnhofe bis in die Halle von ihren Zug-Lokomotiven oder von Verschiebe-Lokomotiven gedrückt.

Der Abstellbahnhof besteht aus grofsen, beiderseits mit Weichen angeschlossenen Gleisbündeln zum Aufstellen der Züge. Für die Pullmanwagen-Gesellschaft sind vier besondere Gleise vorgesehen, die zum Schutze der im Freien zu reinigenden Ausstattung mit zwei leichten Hallen überdacht sind. Ein Wagenschuppen, den wir bei grofsen Abstellbahnhöfen jetzt immer mehr für nötig halten, fehlt, obwohl die Winter in diesem Teile von Nordamerika strenger sind als bei uns.

Der Lokomotivschuppen bildet, wie sehr häufig in Amerika, einen geschlossenen Ring mit 44 Ständen und nur einer mittlern Drehscheibe mit Dampfantrieb, einem Ausfahr- und zwei Einfahrgleisen. Bemerkenswert ist, dafs nur ein kleiner Teil der Stände mit Arbeitsgruben ausgerüstet ist; allerdings sind die Untergestelle der amerikanischen Lokomotiven wegen der

hohen Lage der Kessel bequemer zugänglich, als die der unsrigen. Die Bekohlungsanlage ist, wie meist in Nordamerika, mit hochliegenden Kohlenzufuhrgleisen und Schütttrichtern angelegt. Die beiden Kohlengleise steigen auf hölzernem Unterbaue mit 1 : 20 an und bieten oben für je 6 Wagen Raum. Bei der ältern Anlage wurden die Kohlen aus den Eisenbahnwagen in kleine Eisenkarren entleert, die gewogen und dann durch Kippen in die Tender gestürzt wurden. Da die Kosten bei diesem Verfahren sich auf 0,5 bis 0,6 M./t stellten, so wurde eine neue Anlage geschaffen, bei der die Kohlen aus dem Wagen in geneigte hölzerne, mit Eisen ausgeschlagene Taschen fallen und von diesen unmittelbar in die Tender entleert werden. Die Kosten sollen sich hierbei auf nur 4,2 Pf./t stellen und die Zahl der Arbeiter ist trotz starken Steigens des Verkehres von 14 auf 5 verringert worden, die täglich 130 Lokomotiven und zwar in sehr ungleichmäfsiger Reihenfolge mit Kohlen versehen.

Zwischen den beiden zum Lokomotivschuppen führenden Gleisen liegt ein Gleis, auf dem die zur Abfuhr der Asche bestimmten Wagen stehen. In den langen Löschgruben der beiden Einfahrgleise laufen kleine Wagen, die zu einem Krane hingefahren, dort gehoben und dann in die Eisenbahnwagen entleert werden.

Die Güterverkehrs-Anlagen nördlich von dem Personenbahnhofe bieten nach Abb. 3, Taf. XII nicht so viel Bemerkenswertes. wie die Anlagen für den Personenverkehr. An die Aufstellgleise für Vorortzüge schliefst sich ein mit starker Steigung auf Holzunterbau hochgeführtes Kohlenentladegleis, an dessen Ende die Kohlenwagen durch Schütttrichter in Strafsenfuhrwerke entladen werden; die hier ankommende Kohle dient hauptsächlich zur Kesselfeuerung der Fähren. An das Kohlengleis schliefst sich weiter nach Norden eine lange Ladestrafse mit drei Gleisen für den Postverkehr und dann der Güterbahnhof an. Dieser umfafst aufser einer grofsen Zahl von Aufstellgleisen eine Umladehalle, eine nach rückwärts angeschlossene Anlage für den Freiladeverkehr, zwei weit in den Strom vorspringende Ladezungen und eine Anlagestelle für die Überführung von Eisenbahnwagen auf die Fähren.

Die hier hauptsächlich benutzten Fährschiffe haben nach Abb. 7, Taf. XII drei Gleise, die an einem Ende stumpf abgeschlossen sind, während am andern das mittlere in das eine äufsere Gleis hineingeschlungen ist. Die Schiffe haben keine eigene Betriebskraft, sondern werden von kleinen Dampfern bewegt, die sich langseits neben eine oder, wie in Abb. 3, Taf. XII angedeutet, zwischen zwei Fähren legen. Der Übergang zu den Schiffen wird durch zwei schwimmende, aber an der einen Seite an das Uferbohlwerk fest angeschlossene Zwischenbrücken vermittelt. — Diese Fähren werden nicht nur zur Überführung von Güterwagen nach den verschiedenen am Ufer von New-York liegenden Güterstationen, sondern auch zur Durchführung von Schnellzügen Philadelphia—New-York—Boston benutzt, die in Jersey-City auf die Fähre geschoben und dann nach einer im Norden New-Yorks liegenden Anschlufsstation der Eisenbahn nach Boston gefahren werden. Diese umständliche Betriebsführung wird übrigens in einigen Jahren beseitigt werden, da die Pennsylvania-Eisenbahn eine Verbindungslinie von Jersey-City unter dem Hudson hindurch nach New-York hinein erbauen wird, die im Innern der Stadt einen gewaltigen Bahnhof für Fern- und Vorortverkehr erhalten und von dort unter dem East River hindurch nach Brooklyn zum Anschlusse an die Long Island-Eisenbahn fortgesetzt werden soll.

Schnellfahrt in Krümmungen.

Von **v. Borries**, Geheimem Regierungsrate, Professor zu Berlin.

In meinem Frankfurter Vortrage*) sind die Grenzen für die zulässige Fahrgeschwindigkeit in Krümmungen angegeben, es ist darauf hingewiesen, dafs Fahrzeuge mit Drehgestellen in der Regel wegen überschüssiger Fliehkraft eher umfallen, als entgleisen, weil sie sich stärker auf die äufseren Räder legen und deren Spurkränze am Aufsteigen hindern. Es ist indes weniger die Fahrt in der Krümmung, als die Ein- und Ausfahrt, welche bei zu grofser Geschwindigkeit bedenkliche Erscheinungen bewirkt. In der Krümmung empfinden die Reisenden die überschüssige Fliehkraft wenig, die Veränderung des Zustandes bei der Ein- und Ausfahrt dagegen weit stärker.

Bei den preufsischen Staatsbahnen beginnt die Überführung der äufsern Schiene schon vor der Übergangskrümmung, daher legen sich die Fahrzeuge in allen Spielräumen an Achslagern, Führungen und anderen Stellen an die innere Seite an. Beginnt nun die Übergangskrümmung, so läuft das Fahrzeug noch solange geradeaus, bis es mit allen Spielräumen an der äufsern Seite anliegt; dann gibt es einen Stofs und Rückstofs, weil die führenden Achsen bereits in der Krümmung liefen und der Wagen plötzlich abgelenkt wird. Diese Stöfse treten besonders stark bei den vierachsigen Wagen auf, weil deren Wiegenaufhängung nach jeder Seite einen Spielraum von etwa 30 mm hat, die Drehgestelle also längst in der Krümmung laufen, ehe der Wiegebalken an der Aufsenseite anstöfst. Bei der Bogenausfahrt liegt die Sache umgekehrt. Diese Stöfse sind es, welche bisweilen Flaschen und Gläser in den Speisewagen umstürzen und die Reisenden erschrecken. Sie werden aber nicht durch die Fahrzeuge, sondern durch die unrichtige Gleisanlage verursacht*).

Will man stofsfrei ein- und ausfahren, so mufs das Fahrzeug allmälig aus der gradlinigen in die krummlinige Bewegung übergeführt werden. Es mufs also eine mit Null beginnende gleichförmig zunehmende, ablenkende Kraft auf das Fahrzeug wirken, welche schliefslich die überschüssige, von der Überhöhung nicht aufgenommene Fliehkraft in der vollen Krümmung erreicht. Umgekehrtes mufs bei der Ausfahrt aus

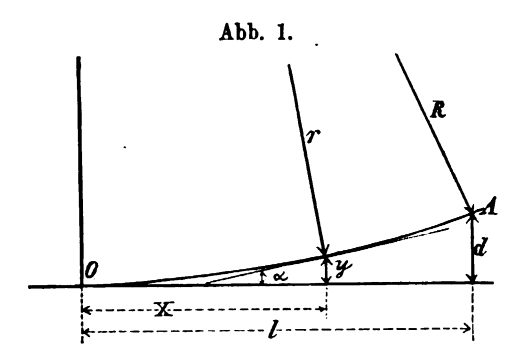
*) Organ 1904, S. 168.

*) Ruch, Übergangsbogen, Organ 1903, S. 59 u. 71.

der Krümmung vor sich gehen. Das Einsetzen und Aufhören dieser Kraft am Beginne und Ende der Übergangskrümmungen wird im Wagen kaum empfunden, wenn sie langsam genug zu- und abnimmt.

Die dieser Bedingung entsprechende Gestalt der Übergangskrümmung ergibt sich aus folgender Betrachtung: An der

Abb. 1.



durch x, y bezeichneten Stelle beträgt die Fliehkraft, welche die Gegenkraft der ablenkenden ist, für die Masse m:

$$C = \frac{m^{\frac{kg\,sek^2}{m}} \cdot (v^{m|sek})^2}{r^m}$$

worin v die Geschwindigkeit, r den Krümmungshalbmesser bedeutet. Um der Bedingung zu genügen, dafs C gleichmäfsig, also mit der von 0 aus zurückgelegten Weglänge s zunehmen soll, ist zu setzen $C = a.s$, oder wegen der Flachheit des Bogens $C = ax$. Hiernach ergibt sich $ax = m.\frac{v^2}{r}$ oder wenn a, m, v bestimmte Werte haben, allgemein $x = \frac{b}{r}$. Weiter ist $r.d\alpha = ds$ oder annähernd $= dx$, also da $r = \frac{b}{x}$, $b.dx = x.dx$; demnach $\alpha = \frac{x^2}{2b}$. Ferner ist $dy = tg\,\alpha.dx$, oder, da statt $tg\,\alpha$ α gesetzt werden kann, $dy = \frac{x^2}{2b}.dx$, oder $y = c.x^3$, die Gleichung der kubischen Parabel. Diese Linie erfüllt also die bezeichnete Bedingung, so lange sie flach genug verläuft, um die eingeführten Näherungen zuzulassen. In Wirklichkeit ist das stets der Fall.

Die Überhöhung der äufsern Schiene hat den Zweck, einen Teil der Fliehkraft C aufzunehmen und unterstützt die ablenkende Kraft, welche daher nur noch einen Bruchteil von C zu betragen hat. Damit auch dieser Bruchteil b.C gleichmäfsig von 0 bis zur Gröfse der verbleibenden Fliehkraft an der vollen Krümmung anwachse, mufs auch die Überhöhung von 0 beginnen und mit x gleichmäfsig bis zu ihrem vollen Werte zunehmen. Damit wird man einen völlig befriedigenden Gang der Fahrzeuge erreichen.

Es ist sehr zu bedauern, dafs das nicht stets geschehen ist. Es heifst wohl, es sei kein Raum für die dann nötigen langen Übergangskrümmungen gewesen. Dazu ist zu sagen, dafs es in solchen Fällen besser wäre, die Halbmesser der Krümmungen entsprechend kleiner auszuführen.

Bei der Militärbahn, auf welcher die Schnellfahrversuche stattfanden, hatten die Krümmungen von 2000 m und mehr Halbmesser überhaupt keine Übergangskrümmungen. Die Ausläufe der Überhöhungen lagen also ganz aufserhalb der Krümmungen. Kein Wunder, dafs es bei den grofsen Geschwindigkeiten bei den Ein- und Ausfahrten Stöfse gab, die erst geringer wurden, als man diese Ausläufe entsprechend verlängerte.

Wie lang die Ausläufe und damit die Übergangsbogen sein müssen, wird dadurch bedingt, dafs die ablenkende Kraft nicht zu rasch zu- und abnehmen darf. Die untere Grenze wird also durch die Fahrgeschwindigkeit gegeben. Ist l^m die Länge des Übergangsbogens, h^m die Überhöhung, so wird bisher für höchstens 100 km/St. ein Auslauf $l = 300\,h$ für ausreichend gehalten. Bei den Schnellfahrten wurde l auf 500 h verlängert. Die untere Grenze für l würde nach diesen Angaben zu etwa $l^m = 3.V^{km|St.}\,h^m$ angenommen werden dürfen. Die Beobachtung zeigt aber, dafs auch dann noch die Ablenkung der Wagen unangenehm schnell eintritt. Auch die Verdrehung der langen Wagenkasten durch das einseitige Anheben ist noch zu grofs, was man in dem Knacken der Holzverbindungen erkennt. Ich schlage daher vor $l^m = 5.V^{km|St}\,h^m$ anzunehmen, wonach für $V = 100^{km|St.}$ $R = 1000^m$ $h = 0{,}110^m$ $l = 55^m$ werden würde.

Die für das Befahren angenehmste und gegen die Abnutzung beste Überhöhung h wird die sein, bei welcher die Fliehkraft

$$C = \frac{G^{kg}.(V^{km|St.})^2}{g^{m/sek^2}.13\,R^m}$$

grade durch die entgegengesetzt gerichtete Seitenkraft der Schwere: $G\frac{h}{s}$ bei der Spurweite $s = 1{,}5$ m ausgeglichen wird, dann ist also

$$\frac{G^{kg}\,(V^{km|St.})^2}{9{,}8.13.R^m} = \frac{G^{kg}\,h^m}{s^m}$$

oder $h^m = 0{,}0117\frac{(V^{km|St.})^2}{R^m}$. Nimmt man weiter $V^{km|St.} = 4.\sqrt{R^m}$, so wird $h = 0{,}188^m$ und $l^m = 0{,}94\,V^{km|St.}$. Hiernach wäre l sehr einfach zu bestimmen. Die Formel ist aber nicht brauchbar, weil die Züge die verschiedenen Krümmungen nicht mit der höchstzulässigen, sondern mit annähernd gleicher Geschwindigkeit befahren. Es mufs also bei der Formel

$$h^m = 0{,}0117\frac{(V^{km|St.})^2}{R^m}$$

bleiben, aus welcher sich $l = 0{,}0585\frac{(V^{km|St.})^3}{R^m}$ ergibt.

Die Lage des Endpunktes A, des Übergangsbogens, an welchem die volle Krümmung mit dem Halbmesser R beginnt, ergibt sich nach bekannten Formeln:

$$d^m = \frac{(l^m)^2}{6.R^m}.$$

Bemerkt sei noch, dafs die Einschaltung des üblichen geraden Zwischenstückes zwischen zwei nach diesen Regeln angelegte Gegenkrümmungen unzweckmäfsig ist. Die gleichmäfsige Fortsetzung des Auslaufes einer Krümmung und die Gleichförmigkeit aller wirkenden Kräfte würde den Beginn einer Gegenkrümmung an der Stelle erfordern, wo der Halbmesser $= \infty$ und die Überhöhung $= 0$ wird. Die Reisenden

würden von diesem Übergange nichts empfinden. Eine zwischengelegte Gerade bewirkt dagegen zweimalige Unterbrechung der Gleichmäſsigkeit durch plötzliches Aufhören und Wiederbeginnen der ablenkenden Kräfte, ist also nur vom Übel.

Allgemein sollte den Ein- und Ausläufen der Krümmungen mehr Sorgfalt als bisher zugewendet werden, denn ihre richtige Gestaltung ist für die Betriebsicherheit wichtiger, als die der Krümmungen selbst. Soweit bekannt, finden Entgleisungen besonders häufig in den Bogen-Ein- und Ausfahrten statt, was nicht zu verwundern ist, wenn zu der unzweckmäſsigen Gestaltung noch Unregelmäſsigkeiten der Unterhaltung kommen. Was würde man zu einer Gleislage sagen, bei der in grader Strecke eine Schiene um soviel höher liegt, wie es an den Enden der geraden Teile der Ein- und Ausläufe die Regel ist? Und doch ist die Wirkung auf die Fahrzeuge in beiden Fällen dieselbe.

Übergangsbogen.

Zu den beachtenswertesten Neuerungen auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens gehört die seit einiger Zeit so heftig umstrittene Langen'sche Schwebebahn. Diese Bahnart, die in ihren Grundbedingungen wie in den Ausführungsformen so erheblich von dem sonst Üblichen abweicht, macht es erforderlich, manche bereits fest eingewurzelten und allgemein verwendeten Gedanken vor ihrer Übertragung auf diesen besondern Fall von neuem der Prüfung zu unterziehen.

So bietet die Schwebebahn Veranlassung, die vielfach schon als abgeschlossen geltende Frage der Übergangsbogen und des Verhaltens der Fahrzeuge in Bahnkrümmungen wieder aufzunehmen und zu prüfen, in wie weit das auf diesem Gebiete bisher als richtig Anerkannte von allgemeiner, also auch die Schwebebahn umfassender Gültigkeit ist.

Die im Betriebe befindliche Schwebebahn Barmen-Elberfeld-Vohwinkel, die auf dem weitaus gröſsten Teile ihrer Länge dem vielfach gekrümmten Laufe der Wupper folgt, kann über die genannte Frage lehrreiche Aufschlüsse geben.

Das im Folgenden mitgeteilte Ergebnis kann vielleicht auch für das Eisenbahnwesen überhaupt eine gewisse Bedeutung beanspruchen *).

Die an einer Schiene hängenden Wagen der Schwebebahn sind durch einen äuſsern Anstoſs verhältnismäſsig leicht in Pendelschwingungen zu versetzen. Jede Unregelmäſsigkeit in der Schienenlage macht sich daher störend durch das Auftreten solcher Pendelbewegungen bemerklich, die einige Zeit fortbestehen, bis sie durch die entgegenstehenden Widerstände oder die Schleifbohlen der Haltestellen aufgehoben werden.

Wegen dieser Empfindlichkeit verlangt die Schwebebahn eine in jeder Hinsicht musterhafte Gleisführung, zumal in den Bahnkrümmungen. Wenn es gelungen ist, das Gleis in den Bogen so zu legen, daſs diese befahren werden können, ohne daſs Pendelschwingungen entstehen, so wird diese Gleisführung vorbildlich für jede andere Eisenbahn sein. Einen Beweis dafür, daſs die übliche Form des Übergangsbogens bei der Standbahn die beste und vorteilhafteste ist, besitzen wir durchaus nicht, da ja der Standbahnwagen nicht so erkennbar von jeder Unregelmäſsigkeit in der Gleislage beeinfluſst wird, wie der der Schwebebahn. Unter allen Umständen aber können die schädlichen seitlichen Stöſse durch richtige Gleislage vermieden oder doch wesentlich vermindert werden. Zumal bei einer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit, wie sie jetzt angestrebt wird, ist einwandfreie Gleislage von gröſster Bedeutung.

Tatsache ist nun, daſs die zahlreichen Bogen der Schwebebahn, deren Übergänge im wesentlichen denen der Standbahn nachgebildet sind, trotz sorgfältigster Gleisverlegung vielfach kein einwandfreies Befahren mit voller Fahrgeschwindigkeit gestatten. Anfangs suchte man den Grund hierfür in Einzelheiten der Bauart der Wagen und hat eine Anordnung entworfen, die die vermeintlichen Fehler vermeidet. Doch ist auch mit diesen Wagen kein völlig befriedigendes Ergebnis zu erzielen. Dagegen ist die Geschicklichkeit des Führers, der im geeigneten Augenblicke die Fahrgeschwindigkeit genau regeln muſs, von groſser Wichtigkeit, und so ist es möglich geworden, die Pendelschwingungen wesentlich herabzumindern. Es drängt sich also die Vermutung auf, daſs der Fehler in der Bogenführung selbst, und zwar in den Übergangsbogen liegt, die zwar für geringe, nicht aber für hohe Fahrgeschwindigkeit geeignet sind. Diese Vermutung findet durch die nachfolgende theoretische Überlegung ihre Bestätigung.

Um die schädliche Einwirkung der Fliehkraft beim Befahren von Bahnkrümmungen aufzuheben, ist es erforderlich, das ganze Fahrzeug seitlich zu neigen, so daſs der Wagenboden rechtwinkelig zur Richtung der Mittelkraft aus Fliehkraft und Schwere steht. Da diese Mittelkraft für alle im Wagen befindlichen Körper dieselbe Richtung hat, erhalten auch alle nur Kräfte rechtwinkelig zum Wagenfuſsboden, genau wie bei der Fahrt in der Geraden. Die seitliche Einwirkung der Fliehkraft ist also im Wagen überhaupt nicht mehr wahrzunehmen. Die erforderliche Schiefstellung erfolgt bei der Schwebebahn selbsttätig, bei der Standbahn dadurch, daſs der äuſsere Bogenstrang gegen den innern erhöht wird. Der Neigungswinkel ist veränderlich mit der Fahrgeschwindigkeit und dem Krümmungshalbmesser; er ist abhängig von dem Werte $V^2 : R$, worin V die Geschwindigkeit, R den Bahnhalbmesser bezeichnet, oder wenn V als feststehend angenommen wird, von dem Werte $1 : R$. Um die Schrägstellung im Bogenanfange allmälig einzuleiten und am Ende wieder abnehmen zu lassen, wird zwischen Gerade und Kreisbogen eine Strecke eingeschaltet, für die die Gröſse $1 : \varrho$ in geradem Verhältnisse zur zurückgelegten Bahnlänge von 0 auf den verlangten Wert anwächst.

Die Fliehkraft sollte also, während der Wagen den Bogen befährt, nach der in Textabb. 1 dargestellten Linie verlaufen. Nun kann ein Bogen, für den der Wert $1 : \varrho$ geradlinig zu- oder abnimmt, mit einer für fast alle Fälle befriedigenden Annäherung durch eine kubische Parabel ersetzt werden. Daraus hat man den Schluſs gezogen, daſs das Gleis im Übergangsbogen nach einer solchen zu krümmen sei. In dieser Schluſsfolgerung liegt jedoch eine Vernachlässigung, die

*) Organ 1900, S. 155; 1903, S. 59 und 71.

in den meisten Fällen nicht zulässig ist, wie folgende Überlegung zeigt.

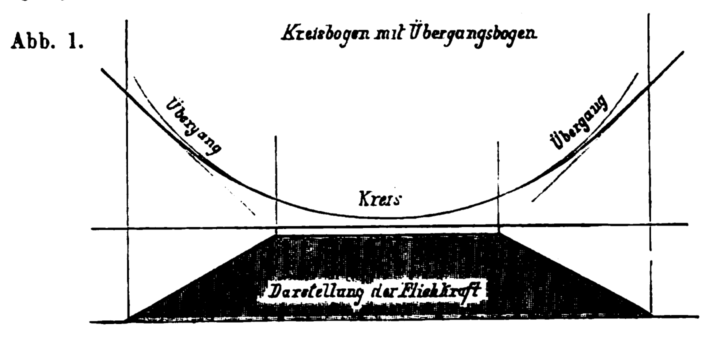


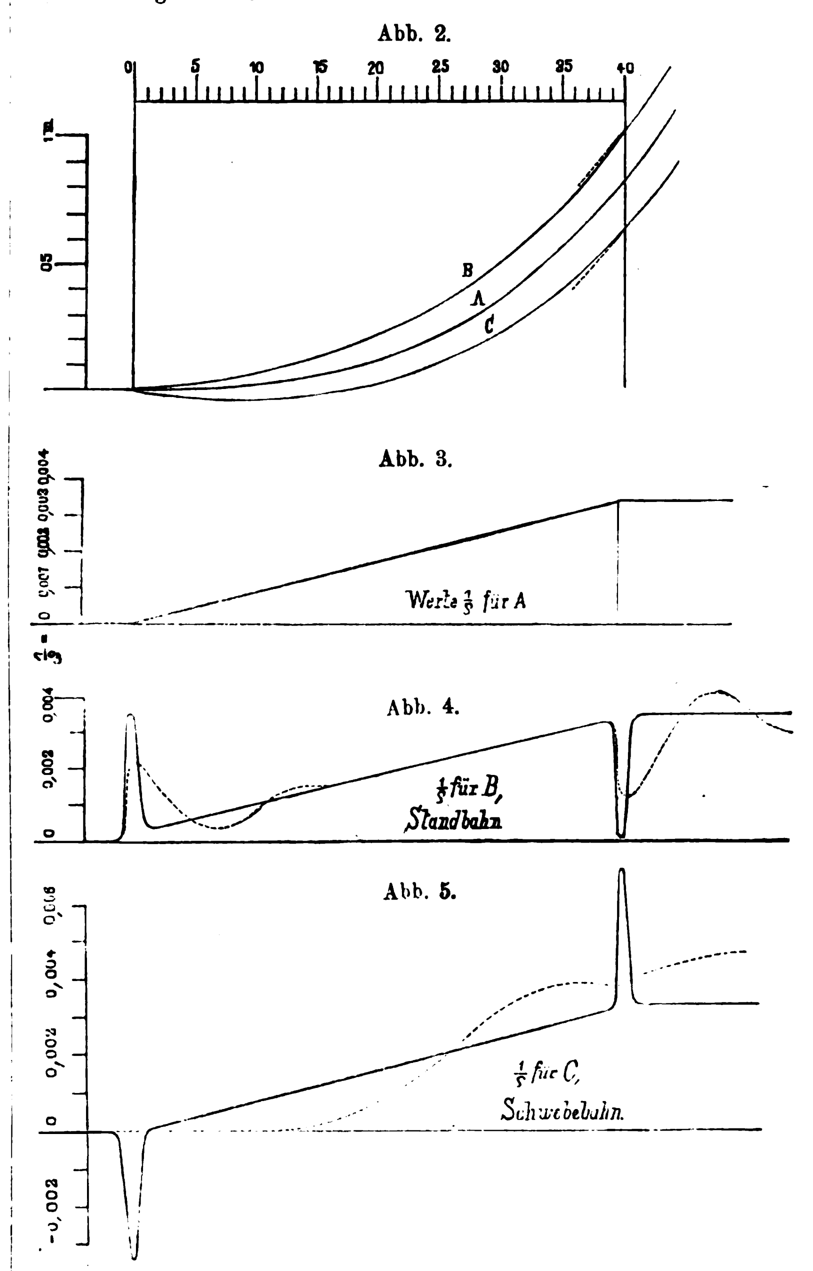
Abb. 1.

Betrachtet man zunächst einen Wagenquerschnitt, der genau nach der Schienenbahn geführt ist, also etwa durch eine unverschiebliche Achse, oder einen Drehgestellzapfen, und vernachlässigt den Umstand, dafs die äufsere Seite dieses Querschnittes beim Befahren eines Bogens einen etwas gröfsern Kreisbogen beschreibt als die innere, so kann der Wert der Fliehkraftbeschleunigung, $V^2 : R$. für alle Massenpunkte des Querschnittes unveränderlich angenommen werden.

Der Angriffspunkt der Fliehkraft ist also der Schwerpunkt des Querschnittes. Daraus folgt, dafs die jeweilige Gröfse der auf den ganzen Querschnitt wirkenden Fliehkraft ausschliefslich vom Schwerpunktswege abhängt. Dieser Punkt sollte daher im theoretisch richtigen Übergangsbogen laufen, da nur in diesem Falle stetiges Wachsen und Abnehmen der Fliehkraft zu erwarten ist. Nun fällt aber die Gestalt des Gleises nicht mit dem Wege des Wagenschwerpunktes zusammen, sondern letzterer verschiebt sich bei der Schrägstellung des Wagens seitlich aus der Gleismitte heraus. Zeichnet man mit Berücksichtigung dieses Umstandes die Bahn des Schwerpunktes für den Fall auf, dafs das Gleis nach der üblichen kubischen Parabel verlegt ist, so findet man, dafs sie ihrer Art und ihren Krümmungsverhältnissen nach nicht unwesentlich von der theoretisch richtigen Form abweicht. Es ist also bei einigermafsen beträchtlicher Fahrgeschwindigkeit unrichtig, oder doch willkürlich, das Gleis nach einer kubischen Parabel zu gestalten. Zunächst soll untersucht werden, welche Folgen aus dieser unrichtigen Gleisführung zu erwarten sind.

Bei der Standbahn verschiebt sich der Schwerpunkt des Wagens bei der Fahrt im Bogen nach innen, bei der Schwebebahn dagegen nach aufsen. Textabb. 2 stellt in A eine kubische Parabel dar; B und C sind die entsprechenden Schwerpunktsbahnen für einen nach der Schienenbahn geführten Wagenquerschnitt der Stand- und der Schwebebahn. Die Abbildung ist der Deutlichkeit wegen stark verkürzt, im übrigen sind folgende Annahmen zu Grunde gelegt.

Die Neigung des Wagens betrage $\operatorname{tg} \varphi = 0{,}11$, was bei $R = 300$ m einer Geschwindigkeit von 65 km/Std. entspricht. Eine solche Schrägstellung kann bei der Standbahn noch als zulässig gelten, bei der Schwebebahn bleibt sie weit unter der zulässigen Grenze. Der Wagenschwerpunkt liege bei der Standbahn 1,8 m über, für die Schwebebahn 1,8 m unter der Schienenoberkante. Dann beträgt in beiden Fällen die Verschiebung des Schwerpunktes und demgemäfs der gröfste Abstand der Linie A von B und von C etwa 200 mm. Die Länge des Übergangsbogens ist zu 40 m angenommen; somit würde sich der Schwerpunkt auf je 2 m Bogenlänge um 10 mm bis zum Höchstbetrage von 200 mm aus der Gleismitte verschieben müssen.



Die Krümmungsverhältnisse der Linien B und C sind aus Textabb. 2 ziemlich deutlich zu erkennen. Man sieht daraus, dafs in beiden am Anfange des Übergangsbogens ein Knick liegt, denn der Schwerpunkt soll sich bereits nach den ersten 2 m um 10 mm aus der Geraden verschoben haben, während die Abweichung der kubischen Parabel von der Geraden an diesem Punkte nur 0,1 mm beträgt.

Von diesem Knicke aus verläuft die Krümmung beider Bahnen ganz regelmäfsig; erst am Schlusse, wo der Übergangsbogen in den Kreis übergehen soll, liegt wieder ein Knick, und zwar nach der entgegengesetzten Richtung. Eine rechnerische Untersuchung bestätigt dieses Ergebnis.

Die Textabb. 3 bis 5 stellen die für die Fliehkraft in Betracht kommenden Werte $1 : \rho$ für die drei Linien A, B, C dar. Es ist natürlich unmöglich, dafs der Schwerpunkt tatsächlich einen Knick beschreibt, die Überlegung soll nur zeigen, dafs seine Bahn bei der üblichen Gleisgestaltung den theoreti-

schen Anforderungen nicht nachkommen kann. In Wirklichkeit wird die Krümmung der Bahn sich etwa gestalten, wie in Textabb. 4 und 5 gestrichelt angedeutet ist, nämlich so, dafs die Spitzen verschwinden, dafür aber Wellenlinien auftreten. Immerhin bleibt der Fehler so erheblich, dafs Misserfolge damit wohl zu erklären sind.

Die Frage der Abstellung dieser Übelstände ist unter Berücksichtigung von Textabb. 2 leicht zu lösen. Wenn verlangt wird, dafs der Schwerpunkt richtig in A laufen soll, dann verlege man das Gleis für die Standbahn nach C, für die Schwebebahn dagegen nach B. Dies ist indes nicht ganz wörtlich zu nehmen, denn dann müfste man Knicke einlegen, was aus anderen Gründen nicht möglich ist. Überhaupt erkennt man, dafs es keinen Zweck hat, eine übermäfsige Genauigkeit der Lage des Übergangsbogens anzustreben, wenn nur die Grundbedingungen erfüllt sind. Dazu gehört zunächst, dafs die rechtwinkelige Verschiebung des Kreisbogens gegen die Gerade richtig bemessen wird, dafs diese nämlich bei der Standbahn um den Betrag ψ, gleich der theoretischen Verschiebung des Schwerpunktes aus der Gleismitte, in obigem Falle 200 ^{mm}, verkleinert, bei der Schwebebahn vergröfsert wird. Dann verfahre man bei der Standbahn so, dafs man das Gleis zunächst auf etwa ein Drittel der Länge des Übergangsbogens in der Geraden liegen läfst und nur die äufsere Schiene allmälig hebt, zu Beginn sehr langsam, weiterhin schneller. Dadurch ist der Schwerpunkt gezwungen, in einem Bogen zu laufen und es entsteht bereits zu Anfang ein gewisser Betrag an Fliehkraft, der der Neigung des Gleises entspricht. In der zweiten Hälfte des Übergangsbogens gehe man dann mit ziemlich scharfer Krümmung in den Kreisbogen über. (Linie C, Textabb. 2.)

Für die Schwebebahn ist die Linie B (Textabbildung 2) zu Grunde zu legen, das heifst der Übergangsbogen ist gleich zu Anfang recht scharf zu krümmen, damit der Wagen überhaupt in eine schräge Lage gelangt; dann gehe man mit schwacher Krümmung, zuletzt fast geradlinig, in den Kreisbogen über.

Das bisher Gesagte gilt streng genommen nur für einen einzelnen, für sich auf der Schiene laufenden Wagenquerschnitt. Dem bisher nicht berücksichtigten Umstande, dafs nicht alle Querschnitte auf der Schiene laufen, sondern wegen des Pfeiles teils nach aufsen, teils nach innen überkragen, ist keine sehr grofse Bedeutung beizumessen, denn in der Wirkung am ganzen Wagen heben sich die überkragenden Teile immer nahezu auf. Den langen Wagen kann man dann für vorstehende Betrachtungen durch zwei auf der Schiene laufende Querschnitte ersetzen, die allerdings insofern von einander abhängig sind, als sie jederzeit nur eine gemeinsame Schrägstellung annehmen können. Da diese nun beim Durchfahren des Übergangsbogens immer für den einen Querschnitt etwas zu grofs, für den andern etwas zu klein sein wird, liegt kein Anlafs vor, diesem Umstande bei der Gestaltung des Übergangsbogens Rechnung zu tragen. Sollte unter besonderen Verhältnissen, etwa bei ungewöhnlichen Achsanordnungen, eine Berücksichtigung erforderlich sein, so ist es nicht schwer, die dadurch bedingte weitere Abweichung der Schienenbahn zeichnerisch festzustellen.

Die Bestätigung dieser Überlegungen würde von gröfster Wichtigkeit für die Schwebebahn sein, und es bietet sich hoffentlich Gelegenheit, bei einem weitern Bahnbaue dieser Art die Richtigkeit auch praktisch zu beweisen. Auf der vorhandenen Bahn ist eine so einschneidende Umgestaltung der Bogen ausgeschlossen, da die Schiene nicht, wie bei der Standbahn mit Kiesbettung, verschiebbar ist. Es ist aber auf diesem Wege möglich, bei einer Neuanlage einen der Schwebebahn noch anhaftenden Mangel, die Pendelbewegungen des Wagens bei schnellem Befahren von Bogen, zu beseitigen.

Leichter zu bewerkstelligen wäre ein Versuch bei der Standbahn, und wenn auch die Wirkung vielleicht nicht so augenfällig zu Tage tritt, wie bei der Schwebebahn, dürfte es doch erkennbar werden, dafs es möglich ist, das Befahren der Bogen wesentlich freier von Seitenkräften zu gestalten, als bisher.

Einführung von selbsttätigen Kuppelungen mit Mittelbuffern.

Offener Brief an den Ausschufs für technische Angelegenheiten des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Von **Otto Busse**, Direktor der Maschinenabteilung der Dänischen Eisenbahnen.

Die Frage der Einführung selbsttätiger Kuppelungen hat auch für die aufserdeutschen Verwaltungen Bedeutung, insofern sie Wagendurchgang mit den Vereinsverwaltungen haben, und da die Angelegenheit nach dem soeben*) bekannt gemachten Berichte des Unterausschusses allgemeiner Einführung rasch entgegenschreitet, möchte ich eine Frage aufwerfen, welche alle europäischen Regelspur-Eisenbahnen angeht.

»Wie werden sich die empfohlenen Mittelkuppelungen »in Personenzügen verhalten, welche mit mehr als »60 km/St. Geschwindigkeit fahren?«

In Amerika, wo diese Kuppelung allgemein ist, laufen lauter Drehgestellwagen. Die europäischen zwei- und dreiachsigen Wagen können meines Erachtens **weder die fest angezogene Kupppelung noch die feste Stütze der Seitenbuffer entbehren**, ersteres wegen des im Zuge auftretenden Zuckens, letzteres wegen des Schlingerns um eine lotrechte Achse durch die Mitte des Wagens; jeder Fahrgast weifs ja nur zu gut, wie schlecht ein Fahrzeug bei grofser Geschwindigkeit läuft, wenn die Schraubenkuppelung nicht fest angezogen ist.

Dafs die zweiachsigen Personenwagen einmal aussterben werden, ist wohl anzunehmen, aber das wird doch lange nicht so schnell geschehen, wie die Mittelkuppelung eingeführt werden kann, und wie soll der Betrieb dann geleitet werden? Behält man bis zum Verschwinden des letzten zweiachsigen Wagens beide Kuppelungsarten bei, die eine wegen der Güterzüge, die andere wegen der Personenzüge mit alten Wagen, so wird der Nutzen der neuen Kuppelung unverhältnismäfsig teuer erkauft und sehr geschmälert werden.

Diesen Einwand bitte ich den verehrten Ausschufs wohlwollend zu berücksichtigen und zu prüfen.

*) Organ 1904, S. 185.

Nachrufe.

J. W. Post †.

Ende Juli 1904 starb an den Folgen eines Nierenleidens der Ingenieur I. Klasse für den Betrieb von Niederländischen Staatsbahnen in Utrecht, vormals Ingenieur I. Klasse der Niederländisch-Indischen Staatseisenbahnen, J. W. Post im 50. Lebensjahre.

Post wurde am 15. Oktober 1854 zu Arnheim, Geldern, geboren und erhielt seine Ausbildung auf den technischen Hochschulen zu Aachen und Zürich, welch letztere er als diplomierter Zivil-Ingenieur verliefs.

Am 15. April 1879 trat er als technischer Beamter für Bahn-Oberbau und Unterhaltung in den Dienst der Gesellschaft für den Betrieb von Niederländischen Staatsbahnen in Utrecht. Er war dort besonders mit dem Bau und der Verlegung der Gleise beschäftigt, eine Frage, die ihn bis an sein Ende beschäftigt hat.

Am 1. August 1880 wurde Post zum Ingenieur-Adjunkt und am 1. März 1885 zum Ingenieur ernannt.

Zu Anfang des Jahres 1890 seitens der Regierung vorübergehend zum Ingenieur I. Klasse der Niederländisch-Indischen Staatseisenbahnen ernannt, schiffte er sich mit Urlaub am 10. Mai desselben Jahres ein, um seine neue Tätigkeit aufzunehmen. Gegen Ende des Jahres 1894 nach Holland zurückgekehrt, trat er am 1. Januar 1895 seinen Dienst bei der Gesellschaft für den Betrieb von Niederländischen Staatsbahnen wieder an, und zwar als Vorstand der vierten Abteilung des Zentraldienstes, das heifst des Hauptlagers. Am 1. Mai 1902 trat er in den Bahndienst als Oberingenieur und Vorstand der vierten Abteilung über, womit er seine alten, die Oberbauangelegenheiten betreffenden Befugnisse wieder übernahm.

Die Gesellschaft für den Betrieb von Niederländischen Staatsbahnen hat in Post einen tüchtigen Beamten verloren, der sich auch aufserhalb des Dienstes viel mit wissenschaftlichen Fragen beschäftigte. Er beteiligte sich mit grofsem Eifer an den Versammlungen des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen und des Internationalen Kolonial-Institutes, für welches er einen beachtenswerten Bericht über Eisenbahnen und Dampfstrafsenbahnen in Niederländisch-Indien lieferte. Auch das »Organ« enthält eine grofse Zahl seiner Veröffentlichungen, und vielfach ist er als Berater von Eisenbahnverwaltungen verschiedener europäischer Länder in Oberbaufragen zugezogen worden.

Auch als Berichterstatter des Internationalen Eisenbahnkongresses hat Post sich einen Namen gemacht. So berichtete er auf der VI. Versammlung 1900 in Paris als erster Schriftführer der ersten Abteilung über die Verfahren der Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaues auf Hauptbahnen mit Rücksicht auf die Verminderung der den Zügen auferlegten Geschwindigkeitsermäfsigungen. Er hat sich der schwierigen Aufgabe zu voller Zufriedenheit aller Teilnehmer erledigt und bei dieser Gelegenheit von der französischen Regierung das Kreuz der Ehrenlegion erhalten. Auch für die 1905 in Washington stattfindende VII. Versammlung war Post als Berichterstatter ausersehen, sein hierfür bestimmter, die Niederlande und Mitteleuropa betreffender Bericht über die Schienen der von Schnellzügen befahrenen Gleise ist vor kurzem im »Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer« veröffentlicht worden.

Das »Organ« verliert in Post einen geschätzten Mitarbeiter, und sein Andenken als das eines gründlichen Forschers in Oberbaufragen wird in den Fachkreisen noch lange wach bleiben. —k.

Benno Larrafs †.

Geheimer Baurat Benno Larrafs, Vorstand der III. Abteilung (technische) der Generaldirektion der Königl. Sächsischen Staatseisenbahnen, ist am 14. Oktober d. J. nach monatelanger Krankheit verschieden. Geboren am 19. Januar 1841 in Dresden absolvierte derselbe die Realschule und das Polytechnikum daselbst und bestand im Jahre 1868 die Prüfung für den höheren Staatsdienst im Baufache. In den Jahren 1862—1872 war er bei den Vorarbeiten und dem Bau verschiedener Staatseisenbahnen zuerst als Ingenieur-Assistent und später als Vorstand einer Bausektion tätig. Am 1. Januar 1872 wurde er zum Betriebs-Ingenieur ernannt, als welcher er der Ingenieurabteilung Flöha und später der in Zittau vorstand. Am 1. Januar 1885 folgte seine Ernennung zum Bezirks-Ingenieur und am 1. April 1889 die zum Betriebsdirektor. Nach nahezu sechsjähriger Leitung der Betriebsdirektion Dresden-A. trat er als Finanzrat in die III. Abteilung der Generaldirektion ein, deren Vorstandschaft ihm am 1. April 1902 übertragen wurde. Im Jahre 1899 wurde er zum Oberbaurat und Anfang 1903 zum Geheimen Baurat ernannt; an Auszeichnungen besafs er das Ritterkreuz I. Klasse des Königl. Sächsischen Albrechtsordens und des Verdienstordens. Der Verstorbene, welcher bis zuletzt unermüdlich und erfolgreich tätig war, hat sich in allen von ihm bekleideten Ämtern volle Anerkennung seiner Leistungen und allseitige Zuneigung erworben. Das Gleiche war im Ausschufs für technische Angelegenheiten des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen der Fall, in welchem Ausschusse er als Vertreter seiner Verwaltung tätig war, der ihn auch durch die Wahl in den Preisausschufs besonders ehrte. Die Tüchtigkeit im Fache und die liebenswerten persönlichen Eigenschaften des Verstorbenen, welche ihm im dienstlichen und gesellschaftlichen Verkehr allseitig Freunde erwarben, sichern ihm ein bleibendes und ehrenvolles Andenken. K—n.

Eduard Gerlich †.

Am 14. Oktober 1904 ist zu Zürich plötzlich an den Folgen eines Schlaganfalles Professor Eduard Gerlich im 68. Lebensjahre gestorben, ein Eisenbahningenieur von grofser Bedeutung, dem namentlich die Grundlagen der Erbauung von Steilbahnen mit schwerem Verkehre, die Überführung von Hauptverkehrslinien über das Hochgebirge wesentliche Förderung verdanken. Im Jahre 1836 zu Oderau in Österreichisch-Schlesien geboren, erwarb er sich die ersten Kenntnisse als Eisenbahn-Ingenieur bei den Neubauten der österreichischen Nordwestbahn, bei denen er sich durch die Güte seiner Vorarbeiten auszeichnete. 1875 wurde er von Hellwag in den Dienst der Gott-

hardbahn berufen; er hat unter diesem Meister der Aufsuchung technisch und wirtschaftlich guter Linien Wesentliches zur Ausgestaltung des Entwurfes der Gotthardbahn beigetragen. Die Leistungen für diese Bahnanlage dürfen als sein hervorragendstes, aber auch als ein an sich mustergiltiges Werk betrachtet werden.

Als dann kurz nach Eröffnung der Gotthardbahn 1881 nach Culmann's Tode eine Teilung des zu grofsen Lehrgebietes dieses berühmten Lehrers des eidgenössischen Polytechnikum zu Zürich vorgenommen wurde, berief der Schulrat Gerlich für Eisenbahnbau als Lehrfach, in dem er bis zu seinem Tode tätig gewesen ist.

Im schweizerischen Architekten- und Ingenieur-Vereine als Vorstandsmitglied und als bewährter Berater für neue Bahnanlagen hat Gerlich neben dem Lehramte eine reiche Tätigkeit entfaltet.

Die Grundzüge seines Wesens waren völliges Aufgehen in seiner Arbeit und bescheidenes Zurücktreten, wo es sich um seine Person handelte. Doch aber zeugen seine Werke und das Ansehen, das er bei allen, die ihn kannten, genofs, für seine vortrefflichen Eigenschaften. Der weite Kreis der Eisenbahntechnik empfindet seinen Tod als schweren Verlust und wird ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

Vereins-Angelegenheiten.

Verein deutscher Maschinen-Ingenieure.

In der am 25. Oktober d. J. abgehaltenen Versammlung beschlofs der Verein über die Vergebung der durch Veröffentlichung vom 1. Juni 1904 für die Abfassung eines Lehrbuches über den Lokomotivenbau ausgeschriebenen Summe von 6000 M. Drei Bewerbungen sind eingegangen. Der Verein beschlofs, diese Summe Herrn Geheimen Regierungsrat, Professor von Borries in Berlin zu überweisen; als Mitarbeiter hat der Bewerber Herrn Professor Sommerfeld in Aachen und Herrn Diplom-Ingenieur Berner in Berlin genannt.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Biegeversuche mit gewalzten und mit genieteten Trägern, unter besonderer Berücksichtigung der Grey-Träger*).

(Schweizerische Bauzeitung 1904, Band XLIII, S. 243 und 260. Mit Abb.).

Bei den durch Professor Schüle in Zürich angestellten Versuchen zeigten sich, sobald die Längenänderungen stetig stattfanden, sehr deutlich die Hartmann'schen Fliefs-Linien**); sie entstehen durch das Wegspringen des Walzsinters und deuten auf eine kleine Verschiebung der Teilchen hin. Die Linien waren unter einem Winkel von etwa 50° gegen die Kanten des Trägers geneigt und dehnten sich mit zunehmender Belastung des Balkens nach und nach von der Mitte gegen die Enden des Trägers aus. Sie haben nur insofern eine besondere Bedeutung, als sie den Beweis für eine Überanstrengung des Balkens vor seinem Gebrauche liefern können. Mit Hülfe dieser Linien ist es auch möglich, die Gleichmäfsigkeit der Inanspruchnahme der Flanschen auf ihre Breite durch Versuche nachzuweisen; bei den breitflanschigen Grey-Trägern scheint bei den vorgenommenen Versuchen eine etwa höhere Beanspruchung in der Flanschenmitte als an den Flanschenrändern geherrscht zu haben.

Durch weiteres Belasten des Balkens nahmen die Durchbiegungen ganz wesentlich zu; der Stoff wurde in den äufseren Teilen in Zug- und Druckflansch näher an die Streckgrenze gebracht, bis Ausknicken in der Querrichtung namentlich infolge der Fliefserscheinung im Eisen eintrat. —k.

*) Organ 1903, S. 70.
**) Organ 1904, S. 109.

Bahn-Oberbau.

Anwendung elektrischer Arbeitsübertragung bei Gleisunterhaltungs-Arbeiten.

(Revue Générale des chemins de fer Mai 1904, S. 321. Mit Abb.) Hierzu Zeichnungen Abb. 20 bis 22, Taf. VIII.

Die Paris—Lyon—Mittelmeerbahn benutzt mit grofsem Erfolge bei Gleisunterhaltungsarbeiten und Neubauten für das Einziehen von Schwellenschrauben und für das Unterstopfen der Schwellen elektrischen Antrieb. Die dazu erforderliche Stromerzeugungsanlage ist zum Fahren auf Gleisen oder auch auf Strafsen eingerichtet. Die Arbeit wird durch eine fliegende Doppelleitung nach der Arbeitstelle geführt und längs der zu erneuernden Gleisstrecke an die Arbeitsmaschinen abgegeben. In Abständen von 1 km sind längs der auszubessernden oder neu zu bauenden Strecke seitlich Sandaufschüttungen gemacht oder Schwellen aufgestapelt, auf denen die Stromerzeugungsanlage während des Betriebes aufgestellt wird. Sind die Arbeiten an einem Kilometer Gleise vollendet, so wird die Anlage auf dem neuen Gleise bis zu dem 1 km entfernten nächsten Aufstellungsorte geschafft.

Diese fahrbare Anlage besteht aus dem Stromerzeuger nebst Dampfmaschine und Kessel. Versuche mit Petroleum statt des Dampfes sind wegen zu hoher Betriebskosten gescheitert.

Die Dampfmaschine ist eine stehende Verbundmaschine von 25 PS. der Bauart Boulte-Larbodière ohne Dampfniederschlag. Der 70 l Wasser fassende, ebenfalls stehend angeordnete Kessel der Bauart Merryweather arbeitet mit 12 at Betriebsdruck. Zwischen den Trägern des Untergestelles liegt ein Wasserkasten von 350 l Fassungsraum (Abb. 21, Taf. VIII). Der mit Riemenantrieb versehene Stromerzeuger liefert Gleichstrom von 220 Volt Spannung, der sich als am geeignetsten zum Antriebe und zur leichten Handhabung der Arbeitsmaschinen bewährt hat.

Die Anlage ist gedrängt ausgeführt, sodafs ihre Abmessungen

bezüglich Höhe, Länge und Breite das Mafs von 1,95 $^m \times$ 2,6 ^{m} $\times$ 1,9 ^{m} nicht überschreiten bei 3300 kg Leergewicht.

Sie ruht entweder in der Mitte auf zwei grofsen, zum Fortrollen auf gewöhnlicher Landstrafse dienenden Rädern, oder auf zwei Paar kleinerer, an den Enden sitzender Flantschräder zur Fortbewegung auf Gleisen. Die Achsen dieser sind um eine senkrechte Achse um 90^0 drehbar, um den Wagen bequem auf rasch untergelegten Schienen aus den Gleisen nach dem seitlichen Aufstellungsplatze schaffen zu können. Die Achse der beiden mittleren grofsen Räder wird bei der Fortbewegung auf Gleisen durch eine mit Handrädern und Kegelradübersetzung verstellbare Schraubenspindel hochgedreht. Die Überführung von einem Aufstellungsorte seitlich des Gleises bis zu dem nächsten, 1 km entfernten Platze erfordert einen Zeitaufwand von 25 Minuten.

Die fliegende Stromleitung besteht aus zwei 5 ^{mm} starken Kupferdrähten. Sie wird in 50 ^{m} Teilung von freistehenden leiterartigen Doppelständern getragen, an deren oberen Enden 2,50 ^{m} über dem Erdboden je vier Haken zur Aufnahme der Leitung angebracht sind. Je zwei dieser sind unmittelbar an der Leiter, und je zwei unter Einschaltung von Spannrollen befestigt. Das Weiterschieben einer derartigen fliegenden Leitung kann von fünf Arbeitern in drei Stunden bewirkt werden. Der Widerstand zwischen den beiden Leitungsdrähten beträgt nach Versuchen bei Regenwetter 500 000 Ohm und der zwischen jedem Leiter und der Erde 300 000 Ohm.

Je zwei Arbeitsmaschinen zum Ein- oder Ausziehen der Schwellenschrauben sind entsprechend der Spurweite auf einem hölzernen, 22 kg schweren Wägelchen um eine senkrechte Achse drehbar gelagert. Die an den Enden der schwenkbaren wagerechten Wellen sitzenden Schraubenzieher werden durch Kugelgelenke angetrieben (Abb. 20, Taf. VIII). Die senkrechte Welle des Schraubenziehers besteht aus zwei Teilen. Der untere, den den Schraubenkopf umfassenden Schlüssel tragende wird mit dem obern, angetriebenen, sich ständig drehenden durch einen Handgriff gekuppelt, wenn ihn der Arbeiter auf den Schraubenkopf gesetzt hat. Das Werkzeug macht 400 Umläufe in der Minute. Die ganze Vorrichtung kann ohne Weiteres durch drei Mann von ihrem senkrechten Tragzapfen des Laufwägelchens abgehoben werden. Ihr Gewicht beträgt 150 kg.

In ähnlicher Weise sind die Maschinen zum Gleisstopfen durchgebildet. Abb. 22, Taf. VIII. Eine Daumenwelle spannt und entspannt eine als Hammer wirkende starke Schraubenfeder, die bei der Entspannung gegen das obere Ende des Stopfers schlägt. Eine besondere Vorrichtung ermöglicht den Leerlauf des Werkzeuges. Zum Spannen der Feder ist eine Kraft von 110 kg erforderlich, die Dehnung der Feder beträgt 70 ^{mm} und die Schlagzahl in der Minute 400.

Um jeden Zeitverlust zu vermeiden, ist längs des Bauplatzes eine fliegende Fernsprechleitung mit Anschlüssen errichtet, die mit dem nächsten Bahnhofe in Verbindung steht, um dem Rottenmeister Nachricht über die Annäherung von Zügen zu geben. Die Leitung besteht aus Bronzedrähten, die in die Bayonettverschlüsse der in 50 ^{m} Teilung an der Böschung errichteten Holzpfähle von 5 bis 6 cm Durchmesser eingehängt werden. Die Hörer nebst den Zellen jeder Anrufstelle sind in viereckigen Kästen untergebracht. Die Einrichtung hat sich gut bewährt.

Das Arbeiten mit dieser Anlage geht rasch von statten. 18 ^{m} Gleislänge lassen sich in 9,5 Minuten neu verlegen, einschliefslich des Einziehens der 200 Schwellenschrauben, falls zwei Mann die Maschinen zum Einziehen der Schrauben bedienen und zwei Mann mit Schwellenhaken die Schwellen während des Einziehens halten. Das Einziehen von Hand erfordert sechsmal so viel Zeit. Zum Unterstopfen einer Schwelle sind 30 bis 35 Sekunden erforderlich, also werden 10 Schwellen in der Minute gestopft, falls vier Mann an den Maschinen beschäftigt sind und zwei Mann den Kies herbeischaffen, einschliefslich der Zeit des Verfahrens von einer Schwelle zur nächsten. Das Stopfen in der üblichen Weise beansprucht sechsmal so viel Zeit; dabei ist die Arbeit der Stopfmaschinen gut, sodafs in den folgenden drei Monaten kein Nachstopfen vorgenommen zu werden braucht.

An Arbeit ohne Spannungsverlust in der Leitung beanspruchen die beiden Arbeitsmaschinen an den Klemmen ihrer Triebmaschinen für das Einziehen der Schrauben 5500 Watt, oder 7,5 PS. und für das Losdrehen der Schrauben 2000 Watt oder 2,5 PS., während die beiden Stopfmaschinen zusammen 3000 Watt oder 4,5 PS. verlangen.

In einer Zusammenstellung bringt die Quelle die Ergebnisse. Nach diesen betragen die Ersparnisse an Zeit und Arbeitslöhnen ungefähr ein Drittel, stellenweise sogar 44 $^0/_0$, doch scheinen diese nahezu durch die teueren Beschaffungskosten ausgeglichen zu werden. Ein abschliefsendes Urteil kann erst nach längerer Betriebszeit gefällt werden. R—l.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Elektrische Signal- und Weichenstellvorrichtung.

(Revue générale de chemins de fer, Dezember 1903, S. 393. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Taf. VI und Abb. 1 und 2 auf Taf. VII.

Die Paris-Lyon Mittelmeerbahn hat seit 18 Monaten auf ihrem Bahnhofe in Paris eine elektrisch betriebene Signal- und Weichen-Stellanlage der Bauart Dugousso und Rodary im Betriebe, die folgendermafsen wirkt:

In der Nähe der Weiche ist auf Querschwellen ein gufseiserner und mit Filz abgedichteter Kasten aufgestellt, in dem der elektrische Antrieb A, eine Hauptstrommaschine, untergebracht ist. (Abb. 1, Taf. VII.) Auf dem von ihm angetriebenen Schneckenrade D sitzt nichtmittig eine Zapfenrolle E, die beim Drehen des Rades D durch den Antrieb A den Gleitbogen F verstellt, wodurch mit Hülfe des Winkelhebels G und der daran sitzenden Weichenzugstange H die Weiche umgelegt wird.

Die Drehrichtung der Triebmaschine und somit die Be-

wegung der Weiche aus der oder in die Grundstellung ist abhängig von der Stellung des Wendeschalters J, der die Verbindungen zwischen Anker und Magnetwickelung der Maschine in geeigneter Weise herstellt.

Der zulässige Drehwinkel des Rades D beträgt 270°. Bei der Drehung des Rades wird der Antrieb kurz vor der Endstellung, in der die Weiche geöffnet oder geschlossen ist, selbsttätig ausgeschaltet und durch Verstellen des auf den Umschalter M wirkenden Hebels L elektrisch gebremst: Der Endpunkt dieses Hebels L gleitet in einem Hubbügel K, dessen Form so eingerichtet ist, dafs ein Verschieben des Hebels L in die eine oder andere Stellung, und daher ein Schliefsen der entsprechenden Stromschliefser des Umschalters M nur kurz vor Ende der Drehbewegung des Rades D eintritt, während in der Zwischenzeit der Drehung kein Anschlagen des Hebels und infolgedessen keine Berührung mit den Stromschliefsern eintritt.

Um die jeweilige Lage der Weiche im Stellwerke erkennen zu können, sind zwei besondere Leitungen, zwei Prüfstromkreise, vorhanden, von denen in den Endstellungen der Weiche immer einer geschlossen ist, während beide in den Zwischenlagen der Weiche beim Umlegen geöffnet sind. Diese Prüfstromkreise erregen nach erfolgter Schliefsung einen am Weichenstellhebel sitzenden Elektromagneten H (Abb. 1 bis 4, Taf. VI), dessen Zweck weiter unten ersichtlich wird. Eine Schliefsung eines der beiden Prüfstromkreise wird bei richtiger Lage der Weiche dadurch hervorgerufen, dafs drei Ausschalter, die der Strom der Reihe nach durchlaufen mufs, dann geschlossen sind. Der erste dieser Ausschalter bei N (Abb. 1, Taf. VII) ist geschlossen, wenn die an der Weichenzunge befestigte Zugstange O den Hebel N herumgelegt hat, was eingetreten ist, wenn die Zungenspitze an der Fahrschiene liegt. Die beiden anderen Ausschalter sind bei dem Umschalter M und dem Wendeschalter J angeordnet und sind in den Endstellungen dieser beiden geschlossen.

Die Drehzapfen der Hebel G und N liegen gleich zu beiden Seiten von D, um sie, je nachdem der Antrieb rechts oder links von der fraglichen Weiche aufgestellt werden soll, beliebig vertauschen zu können. Die Stellstange H ist an G angeschraubt, um ihre Länge nach Wunsch genau regeln zu können. Eine Beschädigung der Gestänge beim Aufschneiden der Weiche wird durch eine Aufschneidfeder von 175 kg Spannung nach der Bauart Perdrizet vermieden. Am Stellwerke macht sich das Aufschneiden der Weiche dadurch bemerkbar, dafs der Prüfstromkreis durch die oben erwähnten Ausschalter nicht geschlossen ist und infolgedessen eine am Stellhebel angebrachte Sperrung nicht ausgelöst wird.

Der im Stellwerke befindliche Weichenstellhebel A, in Abb. 1 u. 2, Taf. VI in Grundstellung, in Abb. 3 u. 4, Taf. VI in umgelegter Lage gezeichnet, besitzt zwei Winkelarme B und C. An B ist die Verriegelungstange befestigt, deren Beweglichkeit von den mechanischen Abhängigkeiten der Weichen beeinflufst wird. An den Arm B ist eine Zugstange C angelenkt, mittels der der Umschalter D des Prüfstromkreises und der Ausschalter E des Weichentriebwerkes verstellt wird. Der Hebel des Schalters E wird von den beiden Daumen der Zugstange mitgenommen, die ihm soviel freies Spiel gestatten, dafs der Hebel A auf $^2/_3$ seines Hubes umgelegt werden kann, ehe E die Triebmaschine einschaltet.

Am Gestelle des Weichenhebels sitzt ferner ein in seiner Haltung senkrecht auf und ab verschiebbarer Riegel F, der eine Einklinkung besitzt. Dieser Riegel wird durch den Anker G eines Elektromagneten H heruntergezogen, wenn der Magnet H durch den Schlufs eines der beiden Prüfstromkreise erregt wird. Ist dieses nicht der Fall, so wird der Riegel durch eine Gegenfeder nach oben gedrückt. Auf der Rückseite des Stellhebels A sitzt nun ein Vorsprung a, der bei richtiger Stellung des Riegels in der obern Lage durch die Einklinkung des Riegels zu gehen vermag und dann gestattet, den Stellhebel ganz umzulegen. Oben trägt der Stellhebel A aufserdem zwei Nasen I J, deren Unterfläche keilförmig ausgebildet ist. Beim Umlegen des Stellhebels drückt die erste der beiden Nasen mit ihrer Keilform den Riegel F nach unten, der nach ihrem Vorbeigleiten sofort wieder nach oben schnellt, falls er nicht bei Erregung des Magneten unten festgehalten wird. Ist dieses nicht der Fall, so kann der Hebel nicht den ganzen Hub machen, da er hieran durch die zweite Nase gehindert wird, deren gerade verlaufende Rückseite durch den Riegel F festgehalten wird. Bei der Umlegung im entgegengesetzten Sinne ist dieses Spiel umgekehrt. Die zweite Nase drückt den Riegel herunter, während die erste jetzt mit ihrer Rückseite an den Riegel stöfst, der ihr nur den Weg frei gibt, wenn der Magnet nach Schlufs des Prüfstromkreises erregt wird.

Weiter ist auf der Rückseite des Gestelles ein Kreisbogenstück M angeordnet, dessen obere Gleitfläche durch zwei Ansätze begrenzt wird, gegen die die am Stellhebel sitzenden Klinken N und O stofsen. Das untere Ende dieses Bogenstückes läuft in ein als Winkelhebel dienendes Schwanzstück aus, an dem die Stellstange L des Stromwenders K K′ angreift. Dieser Stromwender besitzt einen magnetischen Funkenlöscher in Gestalt einer Induktionspule U und wird durch den Kreisbogen M mit Hülfe von L umgeschaltet, wenn M aus seiner Grundstellung durch Freigabe einer in Abb. 2 u. 4, Taf. VI erkennbaren Schraubenfeder herausgeschleudert wird. Diese Feder wird in ihrer Ruhelage durch die beiden Spannhebel Q und R gespannt gehalten, deren Fortsetzungen S und T durch die Schaltklinken N und O beim Umlegen des Hebels A ausgelöst werden.

Demnach wird der Stromwender K K′ entweder nach gänzlicher Umlegung der Weiche aus der oder in die Grundstellung umgeschaltet, sodafs der Strom für die demnächstige Rücklegung der Weiche in richtigem Sinne durch den Antrieb zu laufen vermag; oder die Stromrichtung wird im Antriebe schon vorher umgekehrt, wenn nämlich der Weichenhebel erst zwei Drittel seines ganzen Hubes umgelegt ist und er wegen der nicht eingetretenen Vorbedingungen, das heifst nicht erfolgten Schlusses des Prüfstromkreises, in die eben verlassene Stellung wieder zurückgelegt werden mufs.

Im ersten Falle stellen die Klinken N und O mit Hülfe der Ansätze an den Enden der Gleitfläche des Bogenstückes M dieses und damit den Wendeschalter K K′ um; im zweiten Falle gleitet zunächst beim Umlegen von A der eine der beiden Schnepper N oder O über das, je nach der Drehrichtung des

Hebels A in Frage kommende Hebelende S oder T hinweg und nimmt dieses erst bei der infolge nicht eingetretener Sperrung des Riegels F nötig werdenden Rückwärtsbewegung von A mit. Hierdurch wird durch Q oder R die Schraubenfeder ausgelöst, die M herumwirft, dadurch den Stromwender umschaltet, sodafs der Antrieb rückwärts läuft und die eben eingeleitete Bewegung der Weiche beim weiteren Zurücklegen des Hebels wieder rückgängig gemacht wird.

Der Stromausschalter E bleibt wegen des oben erwähnten Spielraumes zwischen den Daumen der Stellstange C so lange immer geöffnet, bis der Stellhebel zwei Drittel seines Hubes vollendet hat. Er wird erst geschlossen, wenn alle Vorbedingungen erfüllt sind, der Hebel also ganz herumgelegt werden kann.

Der Stromwender K K' sichert also immer die zur bevorstehenden Bewegung der Weiche erforderliche Drehrichtung des Weichenantriebes, während der Umschalter D die zur augenblicklichen Lage in Frage kommende Verbindung der Prüfdrähte gewährleistet.

Beim Umlegen des Stellhebels aus der einen Endlage in die entgegengesetzte ist jedesmal ein kleines Anhalten auf dem zweiten Drittel des Weges erforderlich, bis der Antrieb in Gang gesetzt, die Weiche umgelegt und der Elektromagnet H nach erfolgtem Anlegen der Prüfstromschliefser durch den Schlufs des Prüfstromkreises erregt ist, wodurch die Sperrung des Weiterlegens des Hebels durch F beseitigt wird.

Die Reihenfolge der Einzelbewegungen ist demnach folgende: Durch die mechanischen Abhängigkeiten der Weichen ist die an B angeschlossene Verriegelungsstange des Stellhebels A freigegeben. Der Stellhebel wird etwas umgelegt. Dadurch bewegt sich der Umschalter D auf Mittelstellung und verläfst diese wieder. Hierdurch wird der Elektromagnet H in den für die zu erzielende Weichenlage gültigen Prüfstromkreis eingeschaltet, während der für die bisherige Weichenlage in Frage kommende Stromkreis unterbrochen wird. Gleichzeitig drückt je nach der Bewegungsrichtung die eine der beiden Nasen I oder J den wieder hochschnellenden Riegel F herunter. Der Riegel F gestattet in seiner wieder eingenommenen obern Stellung ein Vorbeigleiten des Ansatzes a und ein weiteres Umlegen des Hebels A auf zwei Drittel seines Hubes, wo der nach oben stehende Riegel die zweite Nase I oder J bis auf weiteres festhält.

Bei dieser Hebelstellung auf dem zweiten Drittel des Hubes wird der Schalter E geschlossen. Die Antriebsmaschine erhält Strom und legt die Weiche um. Die Prüfleitung wird nach Anlegen der Weichenzunge geschlossen. Der entstehende Strom erregt den Elektromagneten H, der den Riegel F herunterzieht. Der Weichenhebel wird weiter freigegeben und kann nun ganz herumgelegt werden. Hierdurch wird der Antriebstrom geöffnet und durch den Stromwender K K' zur Vornahme der nächsten Umstellung der Weiche umgekehrt.

Stöfst hingegen der Stellhebel nach zwei Dritteln Hubvollendung auf die nicht ausgelöste Sperrung oder soll die eingeleitete Bewegung aus irgend einem Grunde wieder zurückgenommen werden, so wird der Hebel auf das erste Drittel des Hubes zurückgelegt oder zwei Drittel des Hubes in entgegengesetzter Richtung. Die Schraubenfeder wird ausgelöst und schnellt M in die andere Stellung. Der Antrieb erhält rückläufige Drehrichtung und D schaltet die Prüfdrähte um.

Hebelstellung und zugehörige Weichenlage bleiben also immer zwangläufig gesichert. Alle Schutzvorrichtungen, wie Bleisicherungen, sind der Zugänglichkeit halber im Stellwerke angebracht.

Die einzelnen Hebel werden nebeneinander in einen Kasten eingebaut, in dessen Vorder- und Rückwand eine verschliefsbare Tür für Ausbesserungszwecke vorgesehen ist. Über jedem Hebel ist ein Nummerschild und ein Glasfensterchen wie bei unseren Blockwerken angebracht, das weifses Feld bei erregten und rotes bei stromlosen Elektromagneten des Prüfstromkreises zeigt.

Bei Erscheinen des roten Feldes ertönt gleichzeitig eine elektrische Klingel, die den Weichensteller darauf aufmerksam macht, dafs die Weiche in Unordnung geraten, beispielsweise aufgeschnitten ist.

Das Stellen eines jeden **Signales** auf »Fahrt« erfolgt ebenfalls elektrisch durch einen am Signalmaste aufgestellten Antrieb mit Schutzkasten, während nach elektrischer Auslösung des Signales dieses durch ein Gegengewicht auf »Halt« gestellt wird. Bei »Fahrt«-Stellung des Signales ist die Antriebmaschine A durch den Ausschalter L aus dem bei 1, 2 eintretenden Strome ausgeschaltet, während die Magnetrolle D erregt ist. Der Antrieb ist mit dem Elektromagnetgehäuse D zwangläufig durch das Schneckenrad E und eine in Abb. 2, Taf. VII nicht angegebene, auf der Maschinenwelle sitzende Schnecke verbunden. Die Triebmaschine und damit das Schneckenrad E, sowie der darauf sitzende Elektromagnet D läuft nur in einer Drehrichtung.

Bei gezogener Stellung des Signales übt das Gegengewicht in Richtung des gezeichneten Pfeiles eine Zugkraft an der Kette aus und sucht die Zugstange J nach vorwärts zu bewegen, wodurch durch die Drehung des mit J gekuppelten Signalmastes dieser auf »Halt« gestellt würde. Diese Verschiebung von J wird aber dadurch gehindert, dafs die Schnecke des Antriebes das Schneckenrad E und den Magneten D in seiner Lage festhält. Da der Strom in D den Anker F fest anzieht und somit das Zahnrad G fest mit D und E kuppelt, wird auch G und dadurch der Zahnkranz H, sowie der Winkelhebel I an einer Drehung verhindert. Das Gegengewicht kann daher das Signal nicht umstellen, vielmehr erst nach erfolgter Unterbrechung des Stromes in D, da dann F seine freie Beweglichkeit in Richtung des gezeichneten Pfeiles erlangt, wobei der Schnepper M über die Zähne des Rades hinweggleiten wird.

Das »Fahrt«-Signal wird gegeben durch Schliefsen des Stromkreises der Triebmaschine. Diese dreht dann das Schneckenrad E und mittels des darauf befestigten Schneppers M auch F, G und H in entgegengesetzter Richtung, wodurch Winkelhebel I und Zugstange J verstellt, der Signalmast gedreht und das Gewicht gehoben wird.

Der Signalstellhebel verbindet oder trennt zu diesem Zwecke, je nach seiner Stellung, die Antriebmaschine und die Stromquelle. Entsprechend der Weichenstellvorrichtung ist auch hier eine Prüfeinrichtung angebracht. Wird der Signalstellhebel aus der »Fahrt«-Stellung umgelegt, so wird er auf Hubmitte durch

einen Sperrriegel aufgehalten, bis sich die Zahnräder wegen der jetzt erfolgenden Unterbrechung des Stromkreises in D frei drehen können, und sich das Signal durch den Zug des Gegengewichtes auf »Halt« gestellt hat. Ist das geschehen, so wird dadurch am Signalmaste ein Prüfstromkreis geschlossen, der die in der Hubmitte des Signal-Stellhebels sitzende Hemmung auslöst, sodafs dieser Hebel dann ganz herumgelegt werden kann.

Alle Einrichtungen werden mit Gleichstrom von 110 Volt Spannung betrieben, die dem Netze einer benachbarten Kraftstation oder einer Speicherbatterie entnommen werden. In jeden Weichenstromkreis ist ein Widerstandschalter eingeschaltet, der den ganzen Widerstand des Stromkreises auf 15 Ohm zu schalten gestattet, sodafs alle Antriebmaschinen ohne Rücksicht auf ihre Lage vom Stellwerke denselben Bedingungen unterworfen sind. Die Triebmaschinen vermögen bei voller Belastung eine Zugkraft von 145 kg auszuüben, während die zum Umstellen einer Weiche erforderliche Zugkraft zwischen 30 kg und 35 kg, die Stromstärke von 1,76 amp bis 2,56 amp schwankt. Die Zeit des Umstellens beträgt 1,5 bis 1,75 Sekunden.

Im Signalstromkreise sind Triebmaschine und elektromagnetische Hemmvorrichtung nebeneinander geschaltet. Beträgt der Hub der Signalstellstange 260 mm, so erfolgt ihre Umstellung in 3 Sekunden mit einer Kraft von 15 bis 20 kg, wobei die Stromstärke von 0,7 bis 0,72 amp schwankt. Die Stromstärke in der elektromagnetischen Hemmung ist 0,045 amp. Der Stromverbrauch der elektrischen Prüfvorrichtungen an Weichen und Signalen beträgt 0,027 amp und zwar bei letzteren für die ganze Zeitdauer, während der das Signal gezogen ist. Wenn auch dadurch bei einer gröfsern Signalanlage unter Umständen der Stromverbrauch der Prüfvorrichtungen den der Triebmaschinen übertrifft, so kommt das gegenüber der gröfsern Sicherung durch die Möglichkeit, sich in jedem Augenblicke von der jeweiligen Signalstellung im Stellwerke zu überzeugen, nicht in Betracht.

Die Leitungen für die Triebmaschine bestehen aus mit Gummi überzogenen Kupferdrähten von 1 qmm, die Drähte der Prüfeinrichtungen besitzen 0,8 qmm Querschnitt. Die verschiedenen, je zu einer Weiche führenden Kupferdrähte bilden mit Hanf übersponnene Kabel, die 0,7 m unter S. O. in den Boden verlegt und durch darüber gelegte Eisenroste geschützt oder in leichte Holzkästen verlegt sind. R—l.

Über Blocksperren.

(Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1904, S. 997, 1011 und 1023. Mit Abb.)

Unter Blocksperren werden die ergänzenden Einrichtungen an den elektrischen Streckenblockanlagen der preufsischen Staatsbahnen verstanden, welche verhindern, dafs ein Streckenblockfeld bedient wird, bevor gewisse Bewegungen des Signalhebels stattgefunden haben, oder der Zug über eine bestimmte Stelle hinausgelangt ist. Der Aufsatz behandelt:

1. die mechanische Druckknopfsperre, welche an den Endfeldern oder, falls Signalverschlufsfelder vorhanden sind, an diesen auf den Endblockstationen erscheint, ferner an den Feldern der Zwischenblockstationen bei zweifelderiger Form und an den Anfangsfeldern der Zwischenblockstationen bei vierfelderiger Form der Streckenblockung;
2. die elektrische Druckknopfsperre an den Endfeldern der Endblockstationen und der Zwischenblockstationen bei vierfelderiger Form;
3. die Signalhebelsperre, verbunden mit der mechanischen Druckknopfsperre, an den Anfangsfeldern der Endblockstationen beider Formen der Streckenblockung;
4. die Unterwegssperre als notwendige Ergänzung der Signalhebelsperre.

Zahlreiche Abbildungen dienen zur Erleichterung des Verständnisses. —k.

Maschinen- und Wagenwesen.

Versuche über Verbrauch und Leistung von Lokomotiven. Von Nadal.

(Revue générale des chemins de fer 1903, S. 285. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 bis 8 auf Tafel VII.

Die Ergebnisse von Versuchen über Verbrauch und Leistung von Lokomotiven werden mitgeteilt.

Zur Aufnahme von Dampfdruckschaulinien waren die Indikatoren in der Mitte über den Zylindern angebracht und wurden von dem Aufnehmenden bedient, der hinter den Zylindern auf dem Laufbrette, durch einen Blechmantel geschützt, safs. Der Indikator war mit den beiden Zylinderseiten, bei Verbundmaschinen den Hochdruck- und den Niederdruckzylindern, mit dem Schieberkasten und dem Kessel verbunden. Die Dampfdrucklinien fielen bei 105 km/Std. oder 4,5 Umdrehungen in der Sekunde noch hinreichend scharf aus.

Der Führer der Lokomotive nahm bei den Versuchsfahrten den Druck im Kessel, die Stellung des Reglers und der Steuerung und die Geschwindigkeit auf.

Die bisher veröffentlichten Ergebnisse beziehen sich auf eine Lokomotive der Bauart Vauclain mit auf beiden Aufsenseiten über einander liegenden Hoch- und Niederdruckzylindern, die von einem gemeinsamen, innen liegenden Kolbenschieber gesteuert werden. Das Zylinderquerschnittsverhältnis beträgt 1 : 2,82 und 1 : 3,03; es ist verschieden, da die Kolbenstangen nicht durchgehen. Um die Arbeitsleistungen in beiden Zylindern gleich zu halten, erhält der Niederdruckzylinder für die Fahrtstellungen der Steuerung eine um 6 % gröfsere Füllung als der Hochdruckzylinder.

Auf sieben Versuchsfahrten im gewöhnlichen Betriebsdienste wurden an dieser Lokomotive 223 Dampfdrucklinien genommen.

Man erkennt aus ihnen den Einflufs der Dampfmenge und des Durchgangsquerschnittes auf den Spannungsabfall zwischen Kessel und Hochdruckschieberkasten; das Verhalten des Dampfes während der Einströmung und besonders die Druckabnahme gegen Ende der Einströmung infolge der Drosselung durch den abschliefsenden Schieber. Der Spannungsabfall zwischen der Ausströmung aus dem Hochdruckzylinder und der Einströmung in den Niederdruckzylinder wächst mit der Geschwindigkeit

bis zu 1 at bei 100 km/St. Die bestimmenden Gröfsen aller Dampfdrucklinien sind zusammengestellt.

Abb. 3 bis 8, Taf. VII zeigen einige Beispiele der von Nadal aufgenommenen Dampfdrucklinien.

Die Linien Abb. 3 und 4, Taf. VII zeigen den Einflufs der Geschwindigkeit auf den mittlern Kolbendruck bei gleicher Füllung. Die Linien Abb. 5 und 7, Taf. VII lassen den Einflufs des abnehmenden Schieberkastendruckes auf den mittlern Kolbendruck bei gleicher Füllung erkennen.

Die Linien Abb. 6 und 8, Taf. VII veranschaulichen die Wirkung der Füllung auf den mittlern Kolbendruck bei gleicher Eintrittspannung.

Aus den Versuchsergebnissen hat Nadal Schaubilder zusammengestellt. Er hat die mittlern Kolbendrucke bei gleicher Füllung als abhängig von der Geschwindigkeit für verschiedene Eintrittspannungen aufgetragen, desgleichen die mittlern Kolbendrucke und die Dampfleistungen als abhängig von der Geschwindigkeit bei den Eintrittspannungen von 12 und 15 at für verschiedene Füllungen. Die Kolbenkräfte ergeben geneigte, schwach nach oben gekrümmte Linien, deren Ordinaten mit wachsender Geschwindigkeit abnehmen. Die Linien der Dampfleistungen nähern sich einer Parabel. Sie erreichen ihren Höchstwert für 12 at Eintrittspannung bei 100 bis 115 km/St. und für 15 at bei 115 bis 130 km/St.

Die Versuche über den Dampfverbrauch erstreckten sich nur auf Bestimmung des nützlichen Dampfverbrauches und der Abkühlungsverluste; Lässigkeitsverluste wurden vernachlässigt, da die Schieber neu eingeschliffen waren. Beachtenswert sind die grofsen Schwankungen im Dampfverbrauche für die Pferdestärkenstunde bei verschiedenen Eintrittspannungen; sie betrugen:

bei 14 bis 15 at Einströmungsdruck	. 8,6 bis 9 kg	Dampf für die P.S./St.
« 11 « 12 « «	. 9,5 « 10 «	
« 9 « «	. 10,5 « 11 «	
« 7 bis 8 « «	. 11,5 « 12 «	

Der Einflufs des aus dem Kessel mitgerissenen Wassers verringert den Vorteil der hohen Eintrittspannung.

Bei der Berechnung der Dampfmengen im Zylinder für verschiedene Grade der Dampfdehnung fand Nadal eine geringe Vermehrung des Dampfgewichtes mit fortschreitender Dehnung.

Für eine Versuchsfahrt sind der mittlere Kolbendruck, die Geschwindigkeit, der Widerstand des Zuges und der Lokomotive und der Dampfverbrauch, bezogen auf die Zeit beziehungsweise auf die durchlaufene Strecke, aufgetragen. Ausmessen der eingeschlossenen Flächen ermöglichte die Bestimmung der Arbeitsleistung, der Widerstände und des Dampfverbrauches für diese Fahrt.

Die bekannten Formeln für die Widerstände des Zuges und der Lokomotive werden abgeleitet und die Widerstände für 1 t Zug- und Lokomotivgewicht ermittelt. Die Formel für die Widerstände der Lokomotive gibt für Fahrten mit geschlossenem Regler und bei kleinen Kolbenkräften gute Werte, zu kleine bei gröfsern Kolbendrucken, da die inneren Reibungsverluste mit den Kolbenkräften wachsen. Bedeutenden Einflufs auf die Zugwiderstände übt Gegenwind aus.

Von der Speisewassermenge zieht Nadal 4 % für Schlabberverluste und Verluste durch Undichtigkeiten ab. Der mittlere Wasserverbrauch für die P.S./St. beträgt 12 kg, der Dampfverbrauch für die Luftpumpe ist zu 3 % der entwickelten Dampfmenge geschätzt. Ein Vergleich zwischen dem Dampf- und dem Wasserverbrauche abzüglich der erwähnten Verluste zeigt, dafs durchschnittlich eine um 15 % gröfsere Wasser- als Dampfmenge verbraucht wurde. Dieser Verlust ist zum gröfsten Teil auf das Mitreifsen von Wasser zurückzuführen; die Kessel haben für die Entwickelung trockenen Dampfes zu kleine verdampfende Oberflächen und zu kleinen Dampfraum, nämlich nur das 16fache des Hochdruckzylinderinhaltes.

Der ermittelte Kohlenverbrauch ergab durchschnittlich im Sommer eine 8,5fache und im Winter eine 7,5fache Verdampfung. P—ff.

Über amerikanischen Lokomotivbau.

(Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer 1904, Juni, S. 455; Juli, S. 702. Mit Abbild.)

Die Quelle gibt einen durch zahlreiche Abbildungen unterstützten Vortrag wieder, den P. J. Cowan in einer Sitzung der Institution of Civil Engineers zu London gehalten hat. Zylinder, Kolben und Kolbenstangen, Kreuzkopf, Steuerung, Gleitbahnen, Rahmen, Radsterne, Reifen, Achsen, Achsbüchsen, Drehgestelle, Kurbelstangen, Federn, Kessel und Rost werden beschrieben, auch die Grundformen der auf den amerikanischen Bahnen gebräuchlichen Lokomotiven wiedergegeben. —k.

Gasglühlichtbeleuchtung für Eisenbahnwagen.

(Revue générale des chemins de fer 1903, I, Mai, S. 265, Juni, S. 390. Le Génie civil 1903, XLIII, August, S. 265. Alle Quellen mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel XI.

Dem Bedürfnisse nach verbesserter Personenwagenbeleuchtung ist in Preufsen durch Anwendung einer Mischung von Azetylen und Fettgas im Verhältnisse 1 : 3 entsprochen worden. In Frankreich sah sich die Ostbahn zu Versuchen mit Gasglühlicht gezwungen, da die vorhandenen Lampen für Mischgas nicht verwendbar waren.

Vergröfserung der Leuchtkraft, Verminderung der Gaskosten, Verlängerung der Brennzeit bei gleichem Gasvorrate und die Möglichkeit der Verwendung gewöhnlichen Leuchtgases liefsen die Versuche sehr berechtigt erscheinen. Die anfänglich äufserst zerbrechlichen Glühstrümpfe, die nicht einmal in Strafsenlaternen verwendbar waren, haben durch Fortschritte in ihrer Herstellung ausreichende Festigkeit erlangt; ein Ersatz für die Strümpfe durch einen widerstandsfähigern Körper wurde aber noch nicht gefunden.

Bei den im Laboratorium angestellten Versuchen der französischen Ostbahn, den empfindlichen Auerstrumpf durch widerstandsfähigere Gewebe in Platten- oder Kugelform zu ersetzen, wurden keine befriedigenden Ergebnisse erzielt. Diejenigen Glühkörper, welche genügend leuchteten, waren noch sehr zerbrechlich, während anderseits mit den festeren nur unzureichende Beleuchtung erzielt werden konnte. Man war daher gezwungen, zu den Glühstrümpfen zurückzukehren.

Zu den ersten, an Vorortzügen ausgeführten Versuchen lieferte die »Société Française d'Incandescence par le gaz«, welche den Auerbrenner in Frankreich vertreibt, zwei Laternen einer von der Pintsch'schen nur wenig abweichenden Bauart. Der gegossene Spiegel wurde durch einen stark gekrümmten, emaillierten Blechspiegel ersetzt, um Platz für den Glühstrumpf zu schaffen, der Brenner mit einem Zylinder versehen, der im untern Teile aus Glas, im obern aus Metall bestand, und durch eine Schwarzblechplatte an Seitenbewegungen gehindert wurde. Gegen senkrechte Bewegungen und gegen Schwankungen wurde der Brenner der einen Laterne durch vier U-Federn, der der andern durch ein schraubenförmig gewundenes Messingrohr, Bauart Clay, geschützt, welches an seinem untern Ende das Mischrohr und den mit Glühstrumpf und Zylinder versehenen Brenner trug.

Ausgedehnte Versuchsreihen führten zu folgenden Ergebnissen, die bei der weitern Ausführung der Lampen und Brenner berücksichtigt wurden.

Die federnde Aufhängung von Brenner, Strumpf und Zylinder stellte sich als schädlich heraus, da durch das Gewicht des Zylinders die Schwingungsweite und damit die Gefahr eines Bruches des Strumpfes vermehrt wird. Der Zylinder, der die Flamme und den Glühstrumpf gegen Luftströme und gewisse Stöfse schützen soll, erwies sich in den geschlossenen Lampen als entbehrlich; seine Zugwirkung wurde durch erhöhten Ausströmungsdruck ersetzt. Weiter wurden die Abmessungen des Brenners und des Glühstrumpfes verringert, weil sie im Verhältnisse zu der zur Verbrennung kommenden Gasmenge zu grofs waren, und die Dauerhaftigkeit des Glühstrumpfes durch diese Änderung nur erhöht werden konnte. Abb. 2, Tafel XI zeigt diesen von der »Société d'Incandescence pour la combustion de l'acétylène« entworfenen Brenner, dessen Mischrohr mit einer Einschnürung versehen ist. Man wählte einen Strumpf von 50 mm Höhe und 15 mm Durchmesser an der Grundfläche, behielt die Aufhängung nach Clay aber bei. Abb. 1, Tafel XI zeigt die neue Laterne, die bei einem Verbrauche von 15 l/St. Fettgas ein Licht von 1,5 Carcel Stärke*) lieferte.

Das Anzünden der Lampen erfolgt vom Dache aus; die Flamme geht in dem Schornsteine langsam bis zum Spiegel hinab, ohne dafs eine Explosion erfolgt; die im obern Teile des Spiegels angeordnete gelochte Messingplatte schützt den Strumpf im Augenblicke der Zündung.

Die Zündung von oben wurde bei allen späteren Versuchen beibehalten, die Reinigung der Spiegel und Glasglocken vom Abteile aus macht jedesmal die Abnahme der Glühstrümpfe nötig.

Die Ergebnisse der ersten Versuche, welche mit drei in einem Wagen I. Klasse angebrachten Laternen angestellt wurden, waren wenig ermutigend. Mit dem Ingangsetzen des Zuges nahmen die Brenner grofse wagerechte Bewegungen an, die Strümpfe stiefsen an ihre Aufhängebügel und zerfielen schnell.

Bei den weiteren, unter Verwendung verschiedener Arten elastischer Aufhängungen angestellten Versuchen zeigte es sich, dafs die Strümpfe weniger schnell zerbrachen, wenn ihre Steifigkeit erhöht und die Biegsamkeit ihres Aufhängebügels vollständig aufgehoben wurde. Die Clay'sche Aufhängung wurde deshalb beseitigt und der Brenner unmittelbar auf den gelenkigen Schwanenhals geschraubt, der den für Fettgas gewöhnlich zur Verwendung kommenden Manchesterbrenner trug. Nach dieser Abänderung zeigten sich die Strümpfe bedeutend widerstandsfähiger, sie hielten in zwei Monaten durchschnittlich 30 Betriebstage aus.

*) 1 Carcel = 10,525 Hefnerkerzen.

Ein völliges Gelingen der Versuche versprach sich die Ostbahn bei Verwendung von Laternen, die für die Benutzung von Glühstrümpfen geeigneter waren. Die Möglichkeit, die Laternen vom Wageninnern zu öffnen, war eine der ersten Bedingungen, welche erfüllt werden mufsten, um das Einsetzen der Strümpfe und die Reinigung der Glasglocken und Spiegel zu erleichtern. Auch erschien es nötig, dem Schwanenhalse noch gröfsere Steifigkeit zu geben; das gelenkige Knie der Pintsch-Laterne wurde deshalb beseitigt, und der Schwanenhals oder der an seine Stelle tretende Bunsen-Brenner unmittelbar auf den Laternenkörper gesetzt. Diese vollkommen starre Anbringung des Brenners und Strumpfes an der Lampe hatte gute Ergebnisse.

Um vorteilhafte Verwendung des Gasglühlichtes im gewöhnlichen Betriebe und genügende Luftzufuhr zu sichern, wurde ferner der durch den Druckregler festzusetzende Druck auf 120 bis 130 mm Wassersäule erhöht, der Fettgasverbrauch auf 14 bis 15 l/St. begrenzt und ferner bestimmt, dafs die Lichtstärke nicht unter 1,5 Carcel hinabgehen dürfe.

Die neuen, von der »Société Internationale d'Eclairage par le gaz d'huile« entworfenen Laternen (Abb. 3, Tafel XI) weichen hauptsächlich hinsichtlich ihrer innern Einrichtung von der der gewöhnlichen Pintsch-Laterne ab. Der Kopf ist von dem der gebräuchlichen Gaslaterne oder einer solchen mit Vorwärmung nur unwesentlich verschieden. Das mit Saugkegel versehene Rohr D bewirkt eine beschleunigte Abführung der Verbrennungsgase. Das den Kopf tragende Gehäuse ist in seinem untern Teile durch eine gufseiserne Scheidewand F geschlossen, durch deren Mitte der mit Rippen versehene Vorwärmer H tritt. Mit dieser Scheidewand ist der Spiegel und der Bunsen-Bläser I verbunden, mit welchem sich das Gaszuführungsrohr J vereinigt, ferner der vom Wageninnern aus nach dem Öffnen der Glaskuppel zugängliche Abstellhahn K. Die Verlängerung des mit dem Spiegel verbundenen Vorwärmers bildet ein Schornstein E aus Messingblech, in dessen oberm Teile ein Querarm L aus Messingdraht befestigt ist, damit beim Einführen des Spiritusanzünders eine Beschädigung des Strumpfes vermieden wird. Am Ende des Schwanenhalses befindet sich der Brenner N und auf diesem unmittelbar und ohne Zwischenschaltung einer Feder das den Strumpf aufnehmende Ringgitter. Der mit Gelenk und Schlofs P versehene, vom Wageninnern aus zu öffnende Ring C dient zur Aufnahme der Glasglocke und des Lichtschützers.

Eine der Laternen wurde mit einer Notbeleuchtungseinrichtung versehen, die durch die Reisenden mittels Drehens des Knopfes R betätigt werden kann, wenn der Glühstrumpf zerstört wird. Man kann von der Anordnung dieser Einrichtung absehen, weil sie Anlafs zu mancherlei Störungen gibt und die Versuche gezeigt haben, dafs die Strümpfe niemals plötzlich zerbrechen, also die Notbeleuchtung nie unmittelbar erforderlich wird

Drei dieser Laternen wurden in einem Wagen angebracht, zwei waren mit Lumen-Strümpfen, der dritte mit Auerstrumpf nach Abb. 1, Taf. XI, ausgerüstet und bei diesem eine Aufhängung an drei Stiften vorgesehen. Man sieht aber besser von dieser Aufhängung ab, weil sie das Einsetzen der Strümpfe erschwert.

Die erzielten Ergebnisse waren viel besser, als die der früheren Versuche. Die Lumen-Strümpfe erreichten eine Dauer von 50 bis 111 Tagen, entsprechend einer Fahrt von 21000 bis 49000 km. Die Beleuchtung befriedigte sehr, man konnte auf allen Plätzen bequem lesen.

Nach diesen Ergebnissen wurden die Versuche auf eine gröfsere Anzahl Wagen ausgedehnt, unter denen sich einer II. und einer III. Klasse befand. Die eine Hälfte der Brenner wurde mit Auer-, die andere mit Lumen-Strümpfen ausgerüstet, einer der Wagen I. Klasse mit auf 7 at geprefstem Steinkohlengase versorgt.

Der Brenner der »Société française d'Incandescence« wurde durch einen der Bauart der Ostbahn ersetzt, weil bei diesem die Flamme näher dem Boden der Glaskuppel liegt. Die Dauer der Strümpfe betrug zwischen 24 und 79 Tagen bei den Auer- und zwischen 10 und 111 Tagen bei den Lumen-Strümpfen.

Bei der Verwendung von Steinkohlengas zeigte sich ein Niederschlag von rotem Eisenoxyd auf den kühleren Teilen des Strumpfes, welcher selbst nach 60 Tagen auf die Lichtabgabe kaum Einflufs hat, aber doch gröfser werden und dann schädlich wirken könnte, wenn das Gas zur Vermeidung zu grofser Behälter unter höherm Drucke zur Verwendung kommt. Die Ursache dieses Niederschlages scheint in der Einwirkung des in beträchtlicher Menge von 7 bis 10 % im Steinkohlengase enthaltenen Kohlenoxydes auf das Eisen der Gasbehälter zu liegen.

Die bei den Wagen II. und III. Klasse angestellten Versuche haben weniger befriedigende Ergebnisse gehabt. Die Laternen liefsen sich vom Wageninnern aus nicht öffnen und die von aufsen vorzunehmenden Handgriffe waren schädlich für die Dauer der Strümpfe. Dennoch hielten sie zwischen 30 und 40 Tage aus. Durch diese letzten Versuche wurde festgestellt, dafs die Luftzuführung ungenügend war, wodurch die Lichtausgabe des Strumpfes verringert wurde, dafs ein Bedürfnis vorlag, die Flamme nach Gefallen vom Wageninnern regeln zu können, und dafs sich in dem vom Spiegel und Boden des Gehäuses eingeschlossenen Raume Kohlenteilchen ansammelten.

Die Übelstände wurden durch die in Abb. 4, Taf. XI, dargestellte, neue, ebenfalls von der »Société Internationale d'Éclairage par le gaz d'huile« entworfene Laterne beseitigt. Der Durchmesser der Luftzuführungsöffnungen und des Schornsteines wurde vergröfsert, eine Schraube, welche den Gaszuflufs zu regeln erlaubt, im Innern des Abteiles angebracht. Der Luftzutritt zum Brenner erfolgt innerhalb der Glaskuppel. Die Messingglocke schützt den Vorwärmkörper gegen den Eintritt der von der Lokomotive kommenden Kohlenteilchen in das Gehäuse der Laterne. Der Brenner der Bauart der Ostbahn wurde gleichzeitig in seinen Abmessungen geändert. (Abb. 5, Taf. XI.) Der bewegliche Kopf ist von einem durchbrochenen Ringgitter umgeben, um die Überreste der Strümpfe zurückzuhalten, und Beleuchtung auch im Falle der Zerstörung des Strumpfes zu sichern. Vorwärmung der Verbrennungsluft zwischen Strahlenspiegel, Befestigungsplatte und unterm Schornsteine hat sich als vorteilhaft erwiesen.

Die Bunsen-Düse ist unmittelbar unter dem Brenner angebracht, da hier die Gefahr des Verschmutzens am geringsten ist. Strumpf, Fassung und Haltestift sind als ganzes auswechselbar. Die Abmessungen des Brenners und die Form des Strumpfes sind von grofsem Einflusse auf die Leuchtkraft.

Die Lampe ergab im regelmäfsigen Betriebe folgendes:

mittlere Dauer eines Strumpfes . . . 50 Tage
mittlere Zahl der Brennstunden . . . 440 Std.
mittlere durchlaufene Länge . . . 28000 km

Die Leuchtkraft betrug 2 Carcel bei einem Ausströmungsdrucke von 150 mm Wassersäule und einem Gasverbrauche von 15 l/St., bei 1 at Überdruck.

Bei Anwendung von Mischgas 1 : 3 erhält man: Leuchtkraft 1,4 Carcel, Verbrauch 25 l/St. Mischgas. Einer Gasersparnis von 40 % ohne Berücksichtigung des höhern Preises des Azetylens und einer Vermehrung der Leuchtkraft um 43 % gegenüber können die geringen Ergänzungskosten für Glühstrümpfe nicht ins Gewicht fallen.

Versuche mit gewöhnlichem Steinkohlengase ergaben einen Verbrauch von 35 l/St. bei einer Leuchtkraft von 2 Carcel, also einen gegen Gasglühlicht um 133 % höhern Gasverbrauch.

Die bei der französischen Ostbahn angestellten Versuche haben gezeigt, dafs sich Glühstrümpfe für die Beleuchtung der Eisenbahnwagen verwenden lassen, und zwar sowohl bei Fettgas, als auch bei Steinkohlengas, wenn man für letzteres bei hohem Gasverbrauche geringen Druck in Anwendung bringt.

Während der langen Dauer der ausgedehnten Versuche ist kein Bruch eines Glühstrumpfes vorgekommen, der eine plötzliche starke Abnahme der Leuchtkraft hervorgerufen hätte. Die Zerstörung der Strümpfe geht sehr langsam vor sich, sodafs das Auswechseln leicht zu rechter Zeit vorgenommen werden kann.

Die Befürchtung, dafs die Empfindlichkeit der Strümpfe zu grofsen Ausgaben Veranlassung geben würde, ist nicht eingetroffen; dies trifft aber nur dann zu, wenn die Strümpfe nur bei ihrer Erneuerung berührt zu werden brauchen. Während eines ununterbrochenen Zeitraumes von 10 Monaten wurden 22 Abteile durch 18000 Stunden ohne jeden Zwischenfall mittels Gasglühlicht beleuchtet, welches bei einem um 40 % geringern Gasverbrauche ein doppelt so helles Licht gab, als bei der Verwendung der gewöhnlichen Gaslaternen mit Vorwärmung. Dabei mufs hervorgehoben werden, dafs die zu den Versuchen benutzten Wagen nicht besonders ausgewählt worden sind. Es ist aus diesem Grunde bemerkenswert, dafs die kilometrische Leistung der Glühstrümpfe diejenige übertraf, welche zwischen zwei Abdrehungen der Radreifen erzielt wurde.

Die Ostbahn beabsichtigte, die Versuche in gröfserm Umfange fortzusetzen. —

Während die Versuche der französischen Ostbahn sich auf Gaslaternen mit in üblicher Weise angeordnetem Brenner erstreckten, stellte die französische Westbahn beachtens-

werte Versuche mit einem umgekehrten Brenner an, bei dem das erzeugte Licht voll zur Wirkung kommt. Der Glühkörper ist nicht als Strumpf, sondern fast kugelförmig ausgebildet, wodurch der Widerstand gegen Zerbrechen bedeutend erhöht wird. Die Befestigung am untern Teile des Brenners geschieht mittels Bajonettverschlusses. Bei einem Fettgasverbrauche von 15 l/St und 120 mm Druck ergab sich eine Lichtausbeute von 2 bis 3 Carcel, während ein Manchesterbrenner bei 25 l/St Gasverbrauch unter 40 mm Druck nur eine Lichtstärke von 1 Carcel lieferte.

Abb. 6, Taf. XI, zeigt die Laterne der Westbahn. Der Bunsen-Brenner ist in ein kegelförmiges, kupfernes Rohr A eingeschlossen, welches gegen den Eintritt von Verbrennungsgasen durch Asbestscheiben vollkommen abgeschlossen ist. Die zur Verbrennung erforderliche Luft wird dem Mischraume des Brenners durch drei Röhren B zugeführt, während die Abgase wie üblich am Kopfe der Laterne entweichen. Der ursprünglich aus emailliertem Gufseisen hergestellte Spiegel wurde durch einen aus zwei Teilen bestehenden ersetzt und am Umfange mit zahlreichen Löchern versehen, durch welche die Luft unmittelbar zu dem Glühkörper tritt. Aus Anlafs der erzielten günstigen Ergebnisse hat die französische Westbahn bestimmt, dafs diese Glühlichtbeleuchtung auf alle hierzu geeigneten Wagen ausgedehnt werde.

Nachdem sich gezeigt hatte, dafs sich nach einer gewissen Zeit das Loch des Luftbläsers des Bunsen-Brenners durch Staub verstopfte, wurde der Brenner durch Umkehren des kegelförmigen Teiles des Bläsers geändert. Nun befand sich die Spitze des das Loch für die Einführung des Gases enthaltenden Kegels oben, der Staub gleitet herab und sammelt sich am Boden. Die Reinigung der Laternen und die Auswechselung der Strümpfe erfolgt von der Wagendecke, nicht wie bei der Ostbahn vom Wageninnern aus. Die Erfahrnng hat gezeigt, dafs die Handhabung der neuen Glühkörper leichter ist als die der gebräuchlichen. Auch würde die Behandlung der Laternen vom Wageninnern aus bei der Westbahn mit Schwierigkeiten verknüpft sein, weil diese Bahn den Reisenden gestattet, sofort nach Ankunft eines Zuges auf dem Bahnhofe einzusteigen.

Entgegen dem Beschlusse der französischen Ostbahn gedenkt die Westbahn das Fettgas durch Steinkohlengas zu ersetzen, von welchem in den Laternen mit umgekehrtem Brenner nur 35 l/St erforderlich sind, um Licht von 2,2 Carcel Stärke zu erzeugen; dabei kostet es drei- bis viermal weniger als Fettgas und ist leichter zu haben, als dieses.

Die erzielte Beleuchtung der Wagen mufs als eine glänzende bezeichnet werden, ziemlich feine Schrift ist ohne die geringste Anstrengung zu lesen, auch am Tage beim Durchfahren von Tunneln.

Gegen die Verwendung des umgekehrten Brenners würde der Umstand sprechen, dafs das Licht vollständig verschwindet, wenn der Glühkörper zerbricht, während bei der Zerstörung des Glühstrumpfes der Laternen der Ostbahn sich noch so viel Reste auf dem Ringgitter sammeln, dafs vollständige Dunkelheit ausgeschlossen ist. Die bisherigen Versuche haben jedoch gezeigt, dafs die kugelförmigen Glühkörper zu plötzlichen Brüchen keine Gelegenheit geben.

Elektrische Eisenbahnen.

Dem Fortschritte im Baue elektrischer Bahnen und dem unverkennbaren Vordringen des elektrischen Betriebes gegen das Gebiet der Eisenbahnen höherer Ordnung Rechnung tragend, soll nunmehr die die obige Bezeichnung tragende Sonderabteilung des Berichtes über die Fortschritte des Eisenbahnwesens so erweitert werden, dafs die elektrischen Bahnen darin mit genügender Ausführlichkeit behandelt werden können.

Von den in den letzten Jahren beträchtlich angewachsenen Veröffentlichungen des In- und Auslandes über den Bau und Betrieb elektrischer Bahnen können hier nur die wissenschaftlichen und praktischen Zwecken dienenden und von Sonderbestrebungen freien Arbeiten in Betracht kommen. Eine rein auszügliche Wiedergabe ist nicht beabsichtigt, da die überall verschiedene Gestaltung der Bau- und Betriebsverhältnisse, sowie die noch wenig einheitliche Ordnung des Stoffes mehrfach die Quelle ergänzende Zusätze unentbehrlich machen, die als solche jedoch immer erkennbar bleiben sollen.

Nachrichten von Bahnen niederer Ordnung, insbesondere von Strafsenbahnen, können nicht übergangen werden, da sie, abgesehen von dem Werte ihrer teilweisen Nutzanwendung bei anderen Bahngattungen, für die Eisenbahnbehörden als die in eisenbahntechnischer Beziehung staatlich bestellten Aufsichtsbehörden der Kleinbahnen unmittelbar in Betracht kommen. Ebenso können Nachrichten geschäftlicher Art nicht ganz ausgeschlossen werden, weil sie den Überblick über den Markt und die Beteiligung der einzelnen Länder und Bauanstalten am Baue elektrischer Bahnanlagen, sowie die fortschreitende Ausdehnung der letzteren selbst erkennen lassen und zur Beurteilung der Bauanstalten wesentlich beitragen.

Versuche mit elektrischen Bahnen in St. Louis.

(Street Railway Journal XXIII, S. 13).

Während bei früheren Ausstellungen die Prüfung und Beurteilung der Bestandteile elektrischer Bahnen nur durch Besichtigung der Ausstellungsgegenstände, höchstens noch der dem Verkehre im Ausstellungsgelände dienenden mehr oder weniger sehenswerten Betriebsbahnen möglich war, sollten auf der Weltausstellung in St. Louis umfangreiche Versuche auf zwei eigens dazu auf dem Ausstellungsgelände angelegten, nebeneinander laufenden Gleissträngen von 0,61 und 0,53 km Länge und im Falle der Unzulänglichkeit auch noch auf einer 12,9 km langen Strecke der Union traction Co. in St. Louis durchgeführt werden. Zu diesem Zwecke war ein Ausschufs eingesetzt, der durch eine ganze Reihe von Unterausschüssen unterstützt werden

sollte. Unter den Mitgliedern befanden sich F. J. Sprague, B. J. Arnold, W. B. Potter, P. M. Lincoln, F. R. Slater.

Die Versuche sollten angestellt werden mit den elektrischen Ausrüstungen für Strafsen- und Überlandbahnen, Zwischenstadtbahnen, Hauptbahnen, aufsergewöhnlichen Bahnarten. Der Arbeitsplan umfaste für die erste Gruppe, Strafsen- und Vorortsbahnen, folgende Punkte: Bremsungen von Triebmaschinen unter gleichbleibender Belastung zur Bestimmung der Erwärmung von Ankern und Magneten; Bestimmung des Wirkungsgrades von Triebmaschinen unter verschiedenen Betriebsverhältnissen und mit mehrmaligem Anhalten und Wiederanlassen; Bestimmung der Zugkraft von Triebmaschinen besonders beim Ingangsetzen der Fahrzeuge; Ermittelung der Verluste in Vorschaltwiderständen; Feststellung der Belastung, Geschwindigkeit und Anzahl von Haltestellen, bei denen selbsttätige oder Hand-Regelung angebracht ist; Vergleich zwischen selbsttätiger, Hand- und Vielfachregelung betreffs Sparsamkeit, Betriebssicherheit und regelrechter Arbeitsweise; Bestimmung der Dauerleistung einer Triebmaschine im Vergleiche mit der Nennleistung*); Vergleich des Kraftverbrauches und der Beschleunigungsarbeit bei Fahrzeugen mit zwei oder vier Antrieben; Bestimmung des zweckmäfsigsten Einbaues von zwei Triebmaschinen in einen vierachsigen Wagen; Anfahrversuche mit Einzelwagen und Zügen aus einem Trieb- und Anhängewagen mit selbsttätiger- und Hand-Regelung; Versuche mit Luftdruck- und elektrischen Bremsen bezüglich Wirkungsweise und Sparsamkeit; Bremsversuche an Triebwagen mit und ohne Anhängewagen mit Hand- und Kraftbremsen**); Bestimmung der Reibungs- und Bewegungsarbeit von Untergestellen und Drehgestellen mit Triebmaschinen; Ermittelung des Wirkungsgrades und der Lebensdauer von Wagen-Speichern unter verschiedenen Belastungen.

Für die zweite Gruppe, die Zwischenstadt- »interurban«-Bahnen, waren im wesentlichen dieselben Versuche vorgesehen; hierbei sollten vierachsige Wagen von 16 bis 20 t Kastengewicht und 8 bis 12 t Gewicht der beiden Drehgestelle zusammen, sowie von der üblichen Ausrüstung mit vier Antrieben zu je 75 P. S. Verwendung finden.

Auch mit hohen Fahrgeschwindigkeiten sollten Versuche durchgeführt werden. Zahlen sind hierüber in der Quelle nicht angegeben, jedoch wird die dazu ausgewählte Strecke von etwa 13 km Länge keine nennenswerte Fahrgeschwindigkeit zugelassen haben.

Bewegungswiderstände sollten mit Einzelwagen und Zügen verschiedener Wagenzahlen mit Fahrgeschwindigkeiten von 65 km/St. ab aufwärts gemessen werden, und zwar sowohl durch Messung der zugeführten Arbeit, als auch nach dem Auslaufverfahren.

Wir hoffen demnächst noch ausführlich auf die Ergebnisse der Versuche zurückkommen zu können. C. Z.

*) Die Nennleistung der Bahn-Triebmaschinen für Gleichstrom wird allgemein auf einstündige Belastung und eine Erwärmung der Maschine von 70 bis 75° C. über die Aufsenluft von 15° C. bezogen. Für den Betrieb besitzt dieser Wert naturgemäfs wenig Bedeutung. Die Dauerleistung einer Bahntriebmaschine für Gleichstrom beträgt etwa 33% der Nennleistung.

**) Man unterscheidet hand brakes von power brakes und versteht unter letzteren Luftdruckbremsen, elektrische und magnetische Bremsen.

Elektrische Überlandbahn mit geschützter Stromführungsschiene in Pennsylvanien.

(Street Railway Journal 7. März 1903, S 344.)

Hierzu Zeichnung Abb. 12, Taf V.

Im Frühjahre 1903 ist in Pennsylvanien eine elektrisch betriebene Fernbahn eröffnet worden, welche die Städte Wilkesbarre und Hazleton in ziemlich gerader Linie verbindet und mit 42 km nur halb so lang ist wie die beiden bestehenden Dampfbahnlinien. An beiden Enden schliefsen sich grofse Strafsenbahnnetze an. Die Bahn erschliefst eine Reihe fruchtbarer Täler, deren landschaftliche Reize die Entwickelung starken Ausflugverkehres erwarten liefs. Die Zahl der Fahrgäste, für welche die Verkehrsmittel ausreichen sollen, beträgt 15 Millionen im Jahre. Daneben hoffte man auf beträchtlichen Güterverkehr, und zwar an Durchgangs-Eilgütern, welche der Zeitersparnis wegen die neue Strecke benutzen würden und an Lebensmitteln. Auch war auf die an der Bahnlinie wohnenden Arbeiter und die Ausfuhr der Bodenerzeugnisse zu rechnen. Die Abwickelung des Güterverkehres sollte zunächst nur von 12 Uhr abends bis 6 Uhr morgens erfolgen, und zwar mit Dampflokomotiven; sobald er aber so angewachsen sein würde, dafs das Kraftwerk mit Nutzen auch nachts in Betrieb erhalten werden könnte, sollten die Dampflokomotiven durch elektrische ersetzt werden.

Die Geschwindigkeit im Tages-Personen-Verkehre ist so festgesetzt, dafs Schnellwagen die 42 km in 60, Ortswagen in 90 Minuten durchfahren; erstere werden stündlich, letztere alle 90 Minuten abgelassen.

Die Gesellschaft hat auf ihrer Bahnlinie Wegerecht erworben; der Weg ist 18 ^{m} breit und eingezäunt, die Bahn selbst zunächst eingleisig angelegt.

Die Wahl der Linienführung war in dem hügeligen Lande und angesichts des Höhenunterschiedes von 360 ^{m} zwischen den Endpunkten schwierig, da zu Gunsten des Betriebes starke Steigungen vermieden werden sollten, die steilste beträgt 3 $^{0}/_{0}$. Dazu waren tiefe Einschnitte und hohe Dämme, ferner 33 Hochbrücken und ein Tunnel von 810 ^{m} Länge nötig.

Die Stromleitungschiene läuft in 710 ^{mm} Abstand entlang der nächsten Fahrschiene; gegen Schnee und Erdrutsche ist sie durch eine durchlaufende Holzbohle von 150 ^{mm} Breite und 50 ^{mm} Dicke geschützt, die alle 2,5 ^{m} von Eichenpfosten über der Schiene getragen wird. Abb. 12, Taf. V stellt die Schienen in ihrer Lage zu einander mit dem Stromabnehmer dar.

Die Wagen, von denen zunächst sechs beschafft sind, wiegen 38,1 t; sie enthalten an jedem Ende einen Führerstand, hinter dem einen den Gepäckraum und den Raum für die Fahrgäste, welcher jederseits nur durch eine Endtür zugänglich ist. Jede Achse der beiden zweiachsigen Drehgestelle wird angetrieben. Die Stärke der Maschine ist in der Quelle nicht angegeben. Es ist eine magnetische, innere, und eine Luftdruckbremse, beide der Bauart Westinghouse vorhanden, von denen jede für sich auch durch ein Handrad betätigt werden kann.

Die Kraftanlage liegt 13,2 km vom einen Ende der Bahn an einer Stelle, wo der gröfste Kraftbedarf zu erwarten war;

sie ist zunächst mit drei Maschinensätzen von je 400 Kilowatt Leistung ausgerüstet; den Dampf liefern zwei Gruppen von je sechs Heinekesseln von 9 at Überdruck; die Kesselbekohlung mit Anthrazitkleinkohle und die Ascheförderung erfolgen mechanisch.

Die elektrische Einrichtung ist von der Westinghouse-Gesellschaft geliefert. Die Maschinen erzeugen Drehstrom von 390 Volt Spannung, welcher in umlaufenden Umformern auf 625 Volt Gleichstrom zur Speisung der Stromleitungsschiene gewandelt wird. Zur Verteilung des Stromes auf die ganze Strecke ist eine Unterstation vorhanden, welche etwa halbwegs zwischen dem Krafthause und dem andern Ende der Bahn errichtet wurde. Zu ihrer Speisung wird im Krafthause der Maschinendrehstrom von 390 Volt auf 15000 Volt gebracht, dieser hochgespannte Strom durch Freileitung der Unterstation zugeführt, hier wieder auf 390 Volt hinuntergebracht und schliefslich in den Schienengleichstrom von 625 Volt gewandelt. Der zwischen beiden Stationen befindlichen Strecke fliefst der Strom von beiden Seiten zu.

Schliefslich ist noch eine fahrbare Unterstation zu erwähnen, welche zu Zeiten besondern Kraftbedarfes, etwa an einem Ausflugsorte an Sonntagen verwendet werden soll. Sie besteht aus einem Beiwagen ohne Triebmaschinen, mit Drehstromumformer und umlaufendem Umformer und ist ausgerüstet wie die feststehende Unterstation. R—r.

Technische Litteratur.

Umgehungsbahn Mainz mit Überbrückung des Rheines und des Maines. Mainz, den 1. Mai 1904. Bearbeitet unter Benutzung amtlicher Materialien von dem bauleitenden Beamten, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor H. Merkel. Herausgegeben von der Kgl. Preufsischen und Grofsh. Hessischen Eisenbahn-Direktion Mainz. Nicht im Handel.

Es ist eine schöne und wertvolle Sitte bei unseren staatlichen Bauverwaltungen geworden, schon bei der Eröffnung einer bedeutenden Bauausführung das Wesentliche der Leistungen in einer von den beteiligten Beamten verfafsten Festschrift darzubieten. Wenn auch der Verfasser unter den zeitlich erscheinenden Umständen kurz vor der Eröffnung noch nicht ins Einzelne eingehen kann, so wird er unter dem noch frischen Eindrucke der Bauausführung manchen bemerkenswerten Umstand berühren, der bei einer späteren ausführlichen Veröffentlichung leicht übergangen wird. Abgesehen hiervon rückt eine solche Festschrift die Vollendung eines nicht nur in Hinsicht auf die Landesverteidigung und den öffentlichen Verkehr, sondern auch in bau- und betriebstechnischer Beziehung so bedeutenden Baues, wie es die Mainzer Umgehungsbahn tatsächlich ist, der Öffentlichkeit und den Fachkreisen gegenüber ins rechte Licht.

Im vorliegenden Falle ist die Bedeutung des Baues zu dem durch die persönliche Anwesenheit Sr. Majestät des Kaisers und Königs und Sr. Kgl. Hoheit des Grofsherzogs von Hessen bei der Eröffnung besonders betont worden. Den Dank hierfür bringt die Festschrift zu angemessenem Ausdrucke.

Die 22 Grofsquartseiten starke Schrift bringt nach einem geschichtlichen Überblicke, welcher der Vorentwürfe der hessischen Ludwigsbahn gedenkt, eine kurze Darstellung der Linienführung der Umgehungsbahn, der ein allerdings nicht allzudeutlicher Übersichtsplan beigegeben ist.

Die Beschreibung der Rhein- und Mainbrücken in ihren allgemeinen Anordnungen, ihren Gründungen, Pfeilern und eisernen, dem Vorbilde der Brücke bei Worms folgenden Überbauten, sowie der Bauausführung bildet den Hauptteil der Schrift. Dann folgt eine kurze Vorführung der sonstigen Kunstbauten, gewölbten und Blechbogenbrücken, in deren Körpern ausgiebiger Gebrauch von Stampfbeton gemacht wurde und der Erdarbeiten, die ansehnliche Tagesleistungen bis zu 8000 cbm aufweisen. Den Schlufs bildet eine Mitteilung über die mitwirkenden preufsischen und hessischen Bau- und Verwaltungs-Beamten, sowie die ausführenden Unternehmungen und die Künstler, denen die reiche architektonische Ausgestaltung und Ausschmückung der Bauwerke zu danken ist. Die das Wesentliche knapp hervorhebende Darstellung ist mit guten Höhen- und Lageplänen und vorzüglich wiedergegebenen Schaubildern geziert.

Es ist zu wünschen, dafs recht bald eine eingehende amtliche Veröffentlichung dieser bedeutenden Bauausführung folgt. W—e.

Technische Hülfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern). Von M. Buhle, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule in Dresden. II. Teil. Berlin, J. Springer, 1904. Preis 20,0 M.

Das Greifen, Heben, Fördern und Ablagern von gekörnten Massengütern bildet eine der schwierigsten Aufgaben der heutigen Technik, an der sich die erfahrensten Kräfte in vielen Punkten bis heute noch vergeblich bemühen, so dafs die roheste Handarbeit noch immer nicht ganz hat beseitigt werden können.

Viele Grofsbetriebe beruhen aber, wenn nicht an sich, so doch ihrer wirtschaftlichen Durchführbarkeit nach ganz auf der glücklichen und zweckmäfsigen Lösung dieser Fragen. Der Verfasser hat nun die neuesten Anlagen für Lagerhäuser, Seehäfen, Bahnhöfe, Förderbahnen und ähnliche Anlagen sorgsamst gesammelt und urteilend gesichtet, bietet also den Maschinen- und Förder-Ingenieuren überaus reichen und geordneten Stoff für ihre Entwürfe und ihre Weiterbildung. Wir empfehlen das mit guten Abbildungen und Zeichnungen ausgestattete Werk besonders.

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie. Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti. Unione tipografico editrice Torinese. Turin, Mailand, Rom, Neapel.

Heft 200. Vol. IV. Teil II. Kap. IV. Herstellung der Kessel, von Ingenieur Pietro Verole. Fortsetzung. Preis 1,60 M.

Die Schmalspurbahnen und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung. Vortrag gehalten in der Vollversammlung des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines, 19. März 1904, von Josef Ritt. v. Wenusch. Wien und Leipzig, H. Braumüller, 1904.

Das Heft gibt eine statistische Darlegung des heutigen Standes des Kleinbahnwesens nach Ausdehnung und Betrieb, unter besonderer Berücksichtigung der österreichischen Bahnen; viele schätzenswerte statistische Angaben werden mitgeteilt.

Hülfswerte für das Entwerfen der Brücken mit eisernem Überbau auf den preufsischen Staatsbahnen. Fortsetzung des Anhanges zu den amtlichen Vorschriften, enthaltend Tabellen für die Berechnung des Eigengewichtes der Überbauten, der auf Druck beanspruchten Diagonalen und Vertikalen der Hauptträger und der Fahrbahn bei Durchführung der Bettung von F. Dircksen. Berlin, Ernst u. Sohn, 1904. Preis 2,80 M.

Das Werk enthält eine besonders gründliche und ausführliche Auswertung des im Ministerium der öffentlichen Arbeiten aus einer grofsen Zahl von ausgeführten eisernen Brücken gesammelten Erfahrungsstoffes, die die Unterlagen zu einer Gewichtsbestimmung aller gewöhnlichen Mafse und Arten von Überbauten mit solcher Genauigkeit bietet, dafs diese auch für Kostenüberschläge, ja für Kostenanschläge genügen dürfte. So wird ein wertvolles Hülfsmittel für im Brückenbau Tätige zu allen Vorarbeiten geliefert.

Für die Zerknickungsberechnung von gedrückten Stäben mit zehn verschiedenen Querschnittsformen ist eine Hülfstafel gezeichnet, in der die Lasten die Längen und die Werte $1/l^2$ die Höhen bilden, und in deren Netz gerade Linien für verschiedene Abmessungen der Querschnittsformen eingetragen sind, mit Hülfe deren man den einer bestimmten Last und Länge in Bezug auf Zerknicken genügenden Querschnitt ablesen kann. Auch dieser Teil des Heftes bietet ein wirksames Hülfsmittel für den Brückeningenieur.

Das Königliche Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule Berlin auf dem Gelände der Domäne Dahlem beim Bahnhofe Grofs-Lichterfelde-West. Denkschrift zur Eröffnung bearbeitet von dem Direktor A. Martens, Professor und Geheimer Regierungsrat, und dem Bauleitenden M. Guth, königlicher Landbauinspektor. Berlin, J. Springer, 1904.

Das stattliche Werk, welches eine der festlichen Veranstaltungen zur Eröffnung der bedeutsamen Anlage bildet, bietet einen Überblick über die geschichtliche Entwickelung durch Schilderung der bisherigen Tätigkeit der Anstalt und beschreibt die Neuanlage einschliefslich der Ausstattung eingehend.

Es handelt sich bei solchen Anlagen bekanntlich um eines der bedeutungsvollsten Mittel der Wissenschaft und Technik unserer Zeit, dem wir den gröfsten Teil der erreichten Fortschritte zu danken haben, um die unmittelbare Erkenntnis durch den Versuch. Diese Arbeitsart unserer Zeit ist neu, noch vor kurzer Zeit war sie nach heutigen Begriffen unvollkommen und schwerfällig, so erklärt sich das rasche Anwachsen aller Bedürfnisse auf ihrem Gebiete, und die schnelle Umgestaltung der ihr dienenden Anstalten. Um so gröfsere Bedeutung hat aber die eingehende Kenntnisnahme der hier vollzogenen Verwertung der allerneuesten Erfahrungen in einem völlig einheitlich durchgeführten Neubau, und deshalb messen wir diesem Werke ganz besondere Bedeutung bei.

Recht, Wirtschaft und Technik. Ein Beitrag zur Frage der Ingenieurausbildung von Dr. H. Beck. Erweiterter Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure. 1904, Hefte 20 und 21. O. V. Böhmert, Dresden, 1904.

Die in Verbindung mit der »Gesellschaft für wirtschaftliche Ausbildung E. V.« zu Frankfurt a. M. entstandene Schrift behandelt die Frage der Ausbildung des Ingenieurs auf dem Gebiete der wirtschaftlichen und Rechtsfragen, welche einen der wichtigsten Teile seiner Berufsaufgaben bilden. Ohne Zweifel sind Fortschritte in der wirtschaftlichen Bildung ebenso bedeutungsvoll und erwünscht, wie die in der Technik selbst, denn letztere können nur durch erstere voll zur Geltung gebracht werden. Die eingehende Behandlung wird daher den Ingenieuren sehr willkommen sein, um so mehr, als sie in bestimmten Vorschlägen zu in dieser Richtung zu tuenden Schritten gipfelt.

Die oben bezeichnete Gesellschaft veranstaltet in Frankfurt a. M. den erörterten Zwecken dienende Ausbildungskurse für Ingenieure, die im Jahre 1904 auf die Zeit vom 10. bis 22. Oktober gelegt waren.

Kalender für 1905.

1) Kalender für Eisenbahntechniker. Begründet von Edm. Heusinger von Waldegg. Neubearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von A. W. Meyer, Königl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor in Allenstein. XXXII. Jahrgang. 1905. Wiesbaden, J. F. Bergmann. Preis 4,0 M.

Das bewährte Hülfsbuch ist in allen Punkten auf den Stand des neuen Jahres gebracht und in vielen umgearbeitet und ergänzt. Nach wie vor ist das Taschenbuch dazu berufen und befähigt, ein tägliches Hülfsmittel für den Eisenbahntechniker zu bilden, der zu Hause und auf der Strecke in allen Bahn-Unterhaltungs- und Betriebs-Fragen Auskunft darin finden wird.

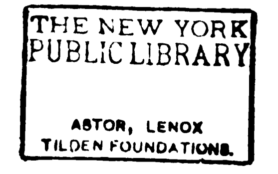
2) Kalender für Strafsen- und Wasserbau- und Kultur-Ingenieure. Begründet von A. Rheinhard. Neubearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von R. Scheck, Regierungs- und Baurat in Stettin. XXXII. Jahrgang. 1905. Wiesbaden, J. F. Bergmann. Preis 4,0 M.

Der Kalender leistet auf seinem Gebiele gleiches und verfolgt gleiche Ziele, wie der zuerst aufgeführte.

3) Fehland's Ingenieur-Kalender 1905. Für Maschinen- und Hütten-Ingenieure herausgegeben von Th. Beckert und A. Pohlhausen. XXVII. Jahrgang. Berlin, Julius Springer. Preis 3,0 M.

Auch dieses Hülfsbuch ist von neuem den Bedürfnissen der Kreise, an die es sich wendet, angepafst und wird seinen Platz voll ausfüllen.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Inhalt des zweiten Heftes, Februar 1905.

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band. Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. **2. Heft. 1905.**

Saalwagen „Salon LI“ der österreichischen Südbahn.

Eigentum des Freiherrn N. von Rothschild.

Von Ingenieur **F. Turber**, Maschinen-Commissär der österreichischen Südbahn in Wien.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 11 auf Tafel IX und Abb. 1 bis 5 auf Tafel X.

(Schlufs von Seite 13.)

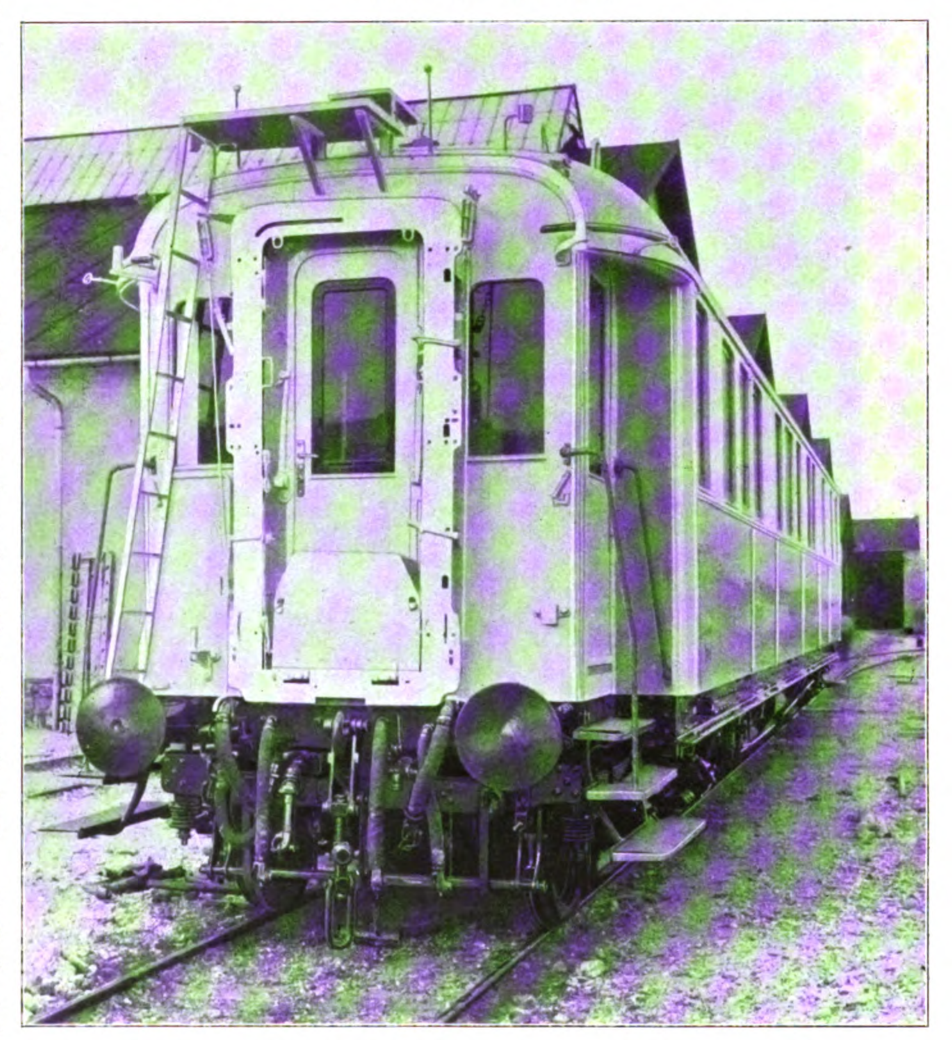
Bei der innern Einrichtung des in Textabb. 1 in Stirnansicht dargestellten Wagens wurde für bequemes und behagliches Reisen durch Anbringung von Schlafräumen, für den Eigentümer mit Badeeinrichtung, durch Einbau eines prächtig ausgestatteten Küchenraumes, durch gute Lüftung, Warmwasserheizung und elektrische Beleuchtung gesorgt.

Die Ausstattung der einzelnen Räume mit ihren in neuerem Stile gehaltenen Formen macht durchweg einen gefälligen Eindruck.

Der durch die Oberlichte erhöhte Saalraum (Textabb. 2) nimmt mit einer Länge von 3,9 m die ganze innere Wagenbreite ein. Die Decke dieses Abteiles ist mit lichtgrauem Tuche überzogen, während die Wände mit weifser, aus glatt gewebtem Rofshaarstoffe bestehender Tapete verkleidet sind. Die Stofsstellen der Tapetenbahnen verdecken in Stoffbreite blau-weifs gemusterte, schmale Seidenborten. Die Tapete ist mittels einer Barchentunterlage an die Wand genagelt. Die hier befindlichen Wandschränke mit ihren einfachen gerundeten Formen sind aus astfreiem, hell poliertem Ahornholze mit Füllungen aus dunklerm Vogeltritthorn gearbeitet. Die Fensterrahmen und Holzverkleidungen sind gleichfalls in Ahornholz ausgeführt. Die Mitte des Saalraumes nimmt ein etwas massig entworfener Tisch ein, um den bequeme Sessel und ein Sofa stehen.

Der Raum wird beiderseits durch ein grofses, festes und zwei schmälere, bewegliche Doppelfenster erhellt, welche durch dunkelblaue Seidendamastvorhänge verhüllt werden können. Geschmackvoll entworfen und aus silbergrauer Nickelbronze hergestellt, zeigt sich die als Träger von sechs Glühlampen dienende Deckenkrone mit blauseidenem Lampenschleier. Über dieser ist ein elektrisch angetriebener Luftsauger

Abb. 1. Stirnansicht.



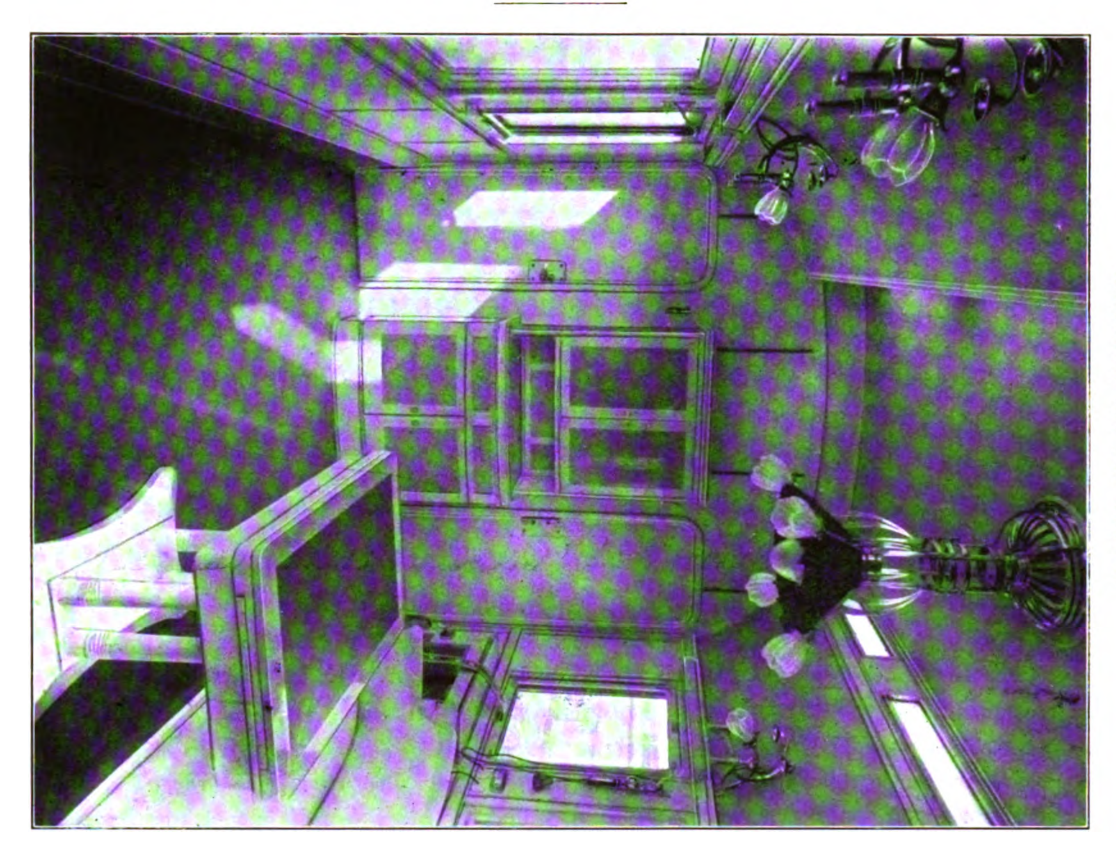


Abb. 2. Innenansicht des Saales.

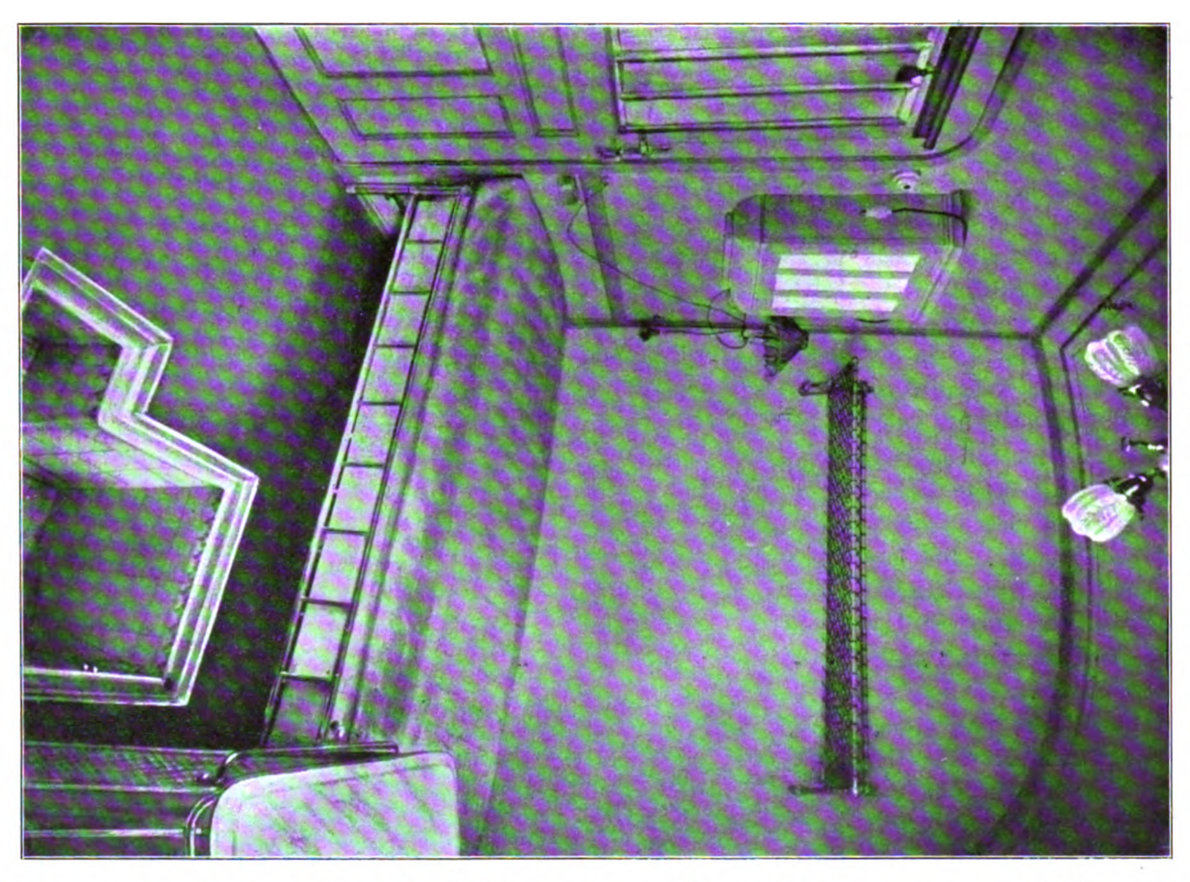


Abb. 3. Schlaf- und Baderaum.

unauffällig angebracht. An den Seitenwänden befinden sich je zwei Glühlichtträger, die mit den Kerzenhaltern der Notbeleuchtung vereinigt sind.

Unter den kleineren Fenstern der einen Seite wurden zwei Heizkamine aufgestellt, deren Mäntel Deckplatten aus prächtigem, gelb-geflammtem Onyx, der auch bei den Wandschränken Verwendung findet, besitzen. Die Mäntel verbergen nach vorne durch gelochte Bleche die Heizkörper (Radiatoren). Elektrische Leselampe, Zigarrenanzünder und Ruftaster erhöhen die Bequemlichketi dieses Raumes.

Durch Tapetentüren gelangt man in den gegen die Dienerräume 720 mm, gegen die »Gästeräume« 775 mm breiten Seitengang.

Für die Tapete der beiden, in ihrer Ausstattung gleichen Gästeräume wurde weifs-gelb gemusterter Rofshaarstoff gewählt; die Decke ist mit bräunlichem Tuche ausgeschlagen. Der mit dunkelblauem Tuche überzogene Sitz kann als Schlafstelle hergerichtet werden. Für die Schreinerarbeit wurde Mahagoniholz verwendet. Fenster und Vorhänge sind wie im Saalraume ausgeführt. Jeder der beiden Räume besitzt eine Wascheinrichtung mit stark versilberten Metallbestandteilen und weifser Marmorplatte. Für Beleuchtung dient eine dreilampige Krone und eine bewegliche Lampe mit Steckanschlufs, für Beheizung einfache Plattenheizkörper. Die beiden Abteile haben gemeinschaftlichen Abort, dessen Verkleidungen in Eschenholz ausgeführt sind.

Der Gang mündet in einen geräumigen Vorbau mit Dienerschlafstelle. Hier befindet sich der Schalt- und Reglerkasten für die elektrische Beleuchtung und der Antrieb der Spindelbremse.

Aus dem Saale führt eine dritte Tapetentür in den Schlafraum des Besitzers (Textabb. 3). Decke und Wände sind mit lichtgrau gestrichenem und gemaltem Linoleum überzogen. Die Schlafstelle, ein aus vernickelten Messingrohren angefertigtes Bett, nimmt die Breite des Raumes von 1950 mm ein. Die Ausstattung dieser Abteilung mit Ankleide-Schrank, Wascheinrichtung und Heizkamin ähnelt der in den vorbeschriebenen Räumen. In einer Ecke wurde ein durch ein graues Lederpolster gedeckter Leibstuhl untergebracht. Durch eine verschliefsbare Fufsbodenöffnung wird die Benutzung der Badewanne ermöglicht. Sie ist mit emaillierten Kacheln ausgekleidet; um diese sicher zu befestigen, wurde in einen Zinkblechkasten ein mit Zementmörtel verstrichenes Drahtgerippe eingelegt und die Kacheln in ersteren gebettet.

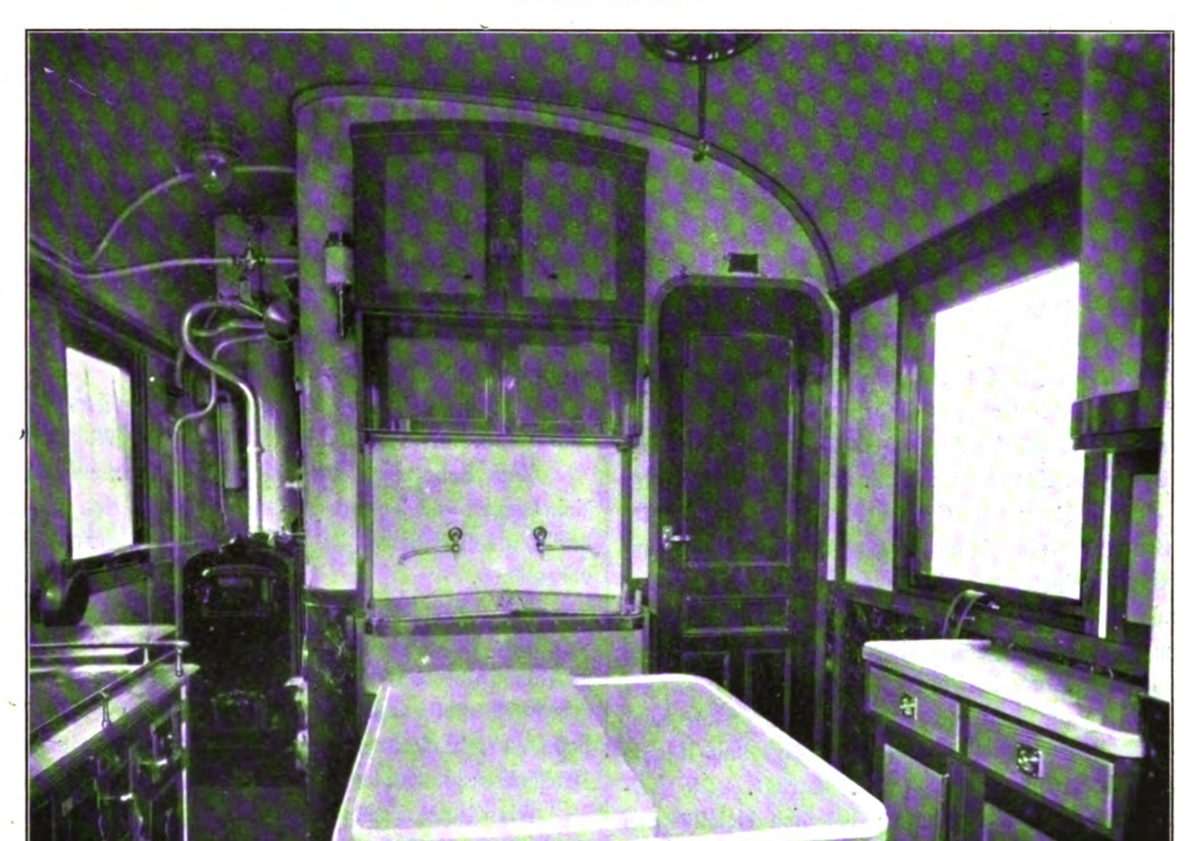
Die Trennungswand zwischen dem Schlafraume und dem folgenden Dienerabteile mufste möglichst schalldicht hergestellt werden. Auf eine 30 mm starke Holzwand wurde beiderseits eine 17 mm dicke Tuch- und Filzschicht genagelt und mit dünnen Holzlagen gedeckt, worauf sehr weiches, 8 mm dickes Linoleum folgt.

Das anstofsende Dienerabteil enthält zwei als Schlafstellen zu verwendende Längssitze, deren aufklappbare Rücklehnen als Oberbetten dienen. Der Möbelüberzug ist dunkelgrünes Leder, die Tapete Wachstuch. Zur Heizung dient ein unverkleideter Heizkörper. Die Holzarbeiten dieses Raumes und des Dienerabortes sind in Esche ausgeführt.

Der folgende, kleine Raum dient als Aufbewahrungsort für Werkzeuge und Gepäckstücke.

Das Stirnabteil dieser Wagenseite ist für die Küche bestimmt

Abb. 4. Küche.



(Textabb. 4). Die Mitte des Raumes nimmt ein Anrichtetisch ein, der wie die anderen Küchenmöbel aus Pitchpine; dem Tische gegenüber steht frei ein eiserner Kochherd. Zur Kücheneinrichtung gehören weiter ein grofser Geräteschrank mit Spülbecken und Wasserhähnen für kaltes und warmes Spülwasser, kleinere Schränke und Wandtische, ein Eiskasten und ein elektrischer Eierkocher.

In einer durch den Einbau des Dienerabortes und der Be-

hälter für warmes, kaltes und Trink-Wasser gebildeten Nische steht der Kessel der Warmwasser-Heizung für eine Höchstspannung von 0,4 at. Durch eine Handpumpe neben dem Kessel können aus dem Hauptbehälter im Untergestellkasten alle Wasserbehälter, der Kessel und die Badewanne mit kaltem Wasser gefüllt werden. Warmes Wasser wird der Heizleitung entnommen.

Die Heizungsanlage (Abb. 5 und 6, Taf. IX) ist als »Schnell-Umlauf-Warmwasserheizung« ausgeführt*). Die höhere Umlaufgeschwindigkeit wird durch eine, ein gewisses Mafs nicht übersteigende Überhitzung des Wassers im Kessel erreicht, wobei sich im Steigrohre s ein spezifisch leichteres Wasser- und Dampfgemisch bildet; gleichzeitig erlangt das in den Rücklaufrohren r befindliche, kältere und schwerere Wasser das Übergewicht und es tritt eine Beschleunigung der Heizwassergeschwindigkeit in den Leitungen ein. Die Überhitzung des Heizwassers im Kessel wird durch den Druck der auf ihm lastenden Wassersäule und durch die Wahl entsprechend kleiner Rohrquerschnitte erreicht.

Bei erhöhter Umlaufsgeschwindigkeit wird nach einiger Zeit die Überhitzung im Kessel abnehmen, mithin die Dampfausscheidung im Steigrohre geringer werden und in der Folge die Wassergeschwindigkeit sinken, worauf wieder Überhitzung im Kessel eintritt. Die Anlage regelt sich selbst, bis nach kurzer Zeit ein Beharrungszustand eintritt.

Das Heizwasser gelangt aus dem Steigrohre in das »Ausdehnungsgefäfs E«, wo der ganze im Wasser enthaltene Dampf ausgeschieden wird. Die hier befindliche Dampfmenge mufs, nachdem sie im Steigrohre ihren Zweck erfüllt hat, und wenn die Anlage verläfslich arbeiten soll, vernichtet werden. Dazu wird dieser Dampf mittels einer feinen Brause in das Gefäfs v (»Verdichter«), welches mit dem kältern Wasser der vor ihrer Einmündung in den Kessel hochgeführten Rücklaufrohre r gefüllt ist, geleitet und hier langsam und geräuschlos niedergeschlagen.

Um zu hohen Dampfdruck im Ausdehnungsgefäfse zu vermeiden, ist gleichsam als Sicherheitsventil ein Quecksilberstandrohr q_u durch eine Rohrleitung r_1 angeschlossen; der durch das Standrohr und den Auffangtopf t für mitgerissenes Quecksilber gehende Dampf entweicht durch das Rohr r_2 ins Freie.

Die Druckschwankungen im Ausdehnungsgefäfse werden benutzt, um das Feuer im Kessel zu regeln. Durch einen Regler R, der mittels einer Leitung vom Gefäfse E betätigt wird, tritt bei steigender Spannung eine Drosselung des Luftzutrittes zum Roste ein, bei weiterer Spannungserhöhung wird der Schornsteinzug gänzlich aufgehoben.

Hinter dem Ausdehnungsgefäfse fliefst das Wasser in zwei längs der Wagenwände laufende Rohrnetze, das eine s_1 für die Abteile, das andere s_2 für den Seitengang. In das erstere sind die Radiatoren und die Platten-Heizkörper der einzelnen Räume eingebaut, deren Wärme im Mittel 85° C. beträgt. Die Leitungrohre sind vom Kessel abzusperren; bei den Heizkörpern kann der Wasserzuflufs durch kleine Hebel geregelt werden.

Durch eine besondere Rohrleitung mit Körting'schem Dampfstrahlsauger und Rückschlagventil ist die Heizanlage mit der Dampfheizungsleitung des Zuges zu kuppeln.

*) Beigestellt von W. Brückner und Co., Wien.

Der Wagen hat elektrische Beleuchtung nach Dick*). Die der Handbremsspindel zunächst liegende Wagenachse treibt mittels Reibungsscheibe den im Drehgestelle pendelnd aufgehängten Stromerzeuger mit vierpoligem Magnetgestelle und Nutenanker mit Trommel-Reihenwickelung; die Stromabnahme vom Stromsammler erfolgt durch vier Kohlenbürsten.

Die Maschine gestattet eine Höchstleistung von 25 Ampère bei 45 Volt. Solange die Zuggeschwindigkeit nicht unter 25 km/St. sinkt, bestreitet der Stromerzeuger allein den Strombedarf. Im Untergestellkasten sind überdies zwei Speicher von je 18 Zellen in zwei Reihen untergebracht. Diese werden von der Lichtmaschine gespeist und liefern Strom bei Stillstand des Wagens für 10 Stunden.

Durch einen im Schaltschranke untergebrachten elektromagnetischen Umschalter wird der Strom selbsttätig je nach Bedarf auf die Speicher und die Lampen geschaltet.

Die Regelung der Maschinenspannung und der Stromstärke erfolgt durch Änderung der Erregerstromstärke mittels eines Reglers. Dieser hält die Ladestromstärke bei ausgeschalteten Lampen während der Fahrt unveränderlich, bis die Ladung der Speicher beendet ist.

Bei eingeschalteten Lampen wirkt dieser Regler derart, dafs er Lampenspannung und Stromstärke unveränderlich erhält, während der eine Speicher geladen wird; der andere speist indes als Ausgleichsspeicher mit der Maschine in Nebenschaltung die Lampen. Bei Ausschaltung der Lampen werden die Speicher wieder nebeneinander auf Ladung geschaltet. Durch Nebenschalten von neben dem Schaltschranke angebrachten Widerständen kann jede für den Betrieb erforderliche Stromstärke eingestellt werden.

Der Regler wird weiter durch einen selbsttätigen Elektromagnet (Relais) beeinflufst, welcher bei Beendigung der Speicherladung wirkt; er dient nun als Spannungsregler und hält an dem Stromerzeuger eine bestimmte Spannung aufrecht, bei welcher ein Überladen der Speicher verhütet wird.

Die Beleuchtung erfordert 312 Hefnerkerzen, die sich auf 36 Glühlampen verteilen.

Alle Leitungen sind aufsen in Bergmann-Röhren geführt; die Zuleitungen führen durch das Wagendach.

Zum Schutze gegen gefährliche Kurzschlüsse sind Hauptsicherungen und besondere Sicherungen an den einzelnen Lampen und den Luftsaugern, bei dem Kocher und dem Zigarrenanzünder vorgesehen.

Zur Notbeleuchtung dienen Kerzen.

Für Luftzuführung ist in reichlichem Mafse gesorgt. Sie geschieht durch Deckenlüfter, die nach amerikanischem Muster entworfen und ausgeführt wurden. Im Saale und im Baderaume befinden sich elektrisch angetriebene Luftsauger mit senkrechter Drehachse; die anderen wirken durch Drehschieber.

Als Notbremseinrichtungen werden die üblichen Einrichtungen zur Betätigung der Hardy- und Westinghouse-Bremse verwendet. Für Bahnen, auf welchen noch nicht mit selbsttätiger Hardy-Bremse gefahren wird, wurde der Wagen mit Leitung für das Verbindungsignal von Rayl**) ausgerüstet.

*) Österreichische Eisenbahn-Zeitung 1903, Nr. 16, 17 und 18.
**) Organ 1890, S. 35.

Auf dem Dache und an den Seitenwänden sind Ösen zum Einlegen von Zugleinen angeordnet.

Als Vorkehrungen für ruhigen und geräuschlosen Gang des Wagens seien schliefslich hervorgehoben: das stark versteifte Untergestell, die reichliche Verstärkung und Auskleidung der Träger und Wiegenbleche mit Holz, die Anbringung der Kernlederstreifen, die Lagerung des Kastens auf Filz, die Ausbildung der Kastenwände zu Trägern und die grofse Standfestigkeit des Wagens, als Folge des schweren Untergestellkastens und der Tieflage der Wasserbehälter, wozu noch die bekannten Vorzüge des vierachsigen Drehgestellwagens kommen.

Es war daher möglich, bei den am 27. Oktober 1903 auf der Strecke Stauding-Mährisch-Ostrau der Kaiser Ferdinands-Nordbahn vorgenommenen Probefahrten selbst bei Geschwindigkeiten über 90 km/St. ruhigen Gang des Wagens zu erzielen.

Die Hauptabmessungen und Verhältnisse des Wagens sind:

Länge des Untergestelles	17950 mm
« « zwischen den Bufferflächen	19190 «
Äufsere Länge des Wagenkastens	18000 «
Achsstand, ganzer	16 m
Achsstand der Drehgestelle	2,5 «
Durchmesser der Achsschenkel	110 mm
Länge der Achsschenkel	230 «
Gröfste, äufsere Breite des Wagenkastens	2912 mm
« « « zwischen den Trittbrettern	2900 «
Lichte Höhe des Wagenkastens in der Mitte	2490 «
« « « « an den Seitenwänden	1940 «
Lichte Länge des Saalraumes	3900 «
« Breite « «	2690 «
« Länge des Oberlichtaufbaues	3900 «
« Breite « «	1400 «
« Höhe « «	265 «
Gröfste Höhe des Wagendaches über S. O.	4105 «
« lichte Länge der Gästeabteile	1905 «
« « Breite « «	1900 «
Lichte Länge des Schlaf- und Baderaumes	2600 «
« Breite « « « «	1950 «
« Länge des Dienerschlafraumes	1900 «
« Breite « «	1970 «
Anzahl der Aborte	3
Bufferhöhe bei leerem Wagen über S. O.	1050 mm
Leergewicht des Wagens	42000 kg
Achslast des ausgerüsteten Wagens	10625 «
Kosten des Wagens etwa	66700 M.

Bauanstalt und Jahr der Lieferung: Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft. Nesselsdorf, Mähren. 1903.

Der gerade Balken mit elastisch eingespannten Auflagern, mit besonderer Rücksichtnahme auf die Verhältnisse des Eisenbahnoberbaues.



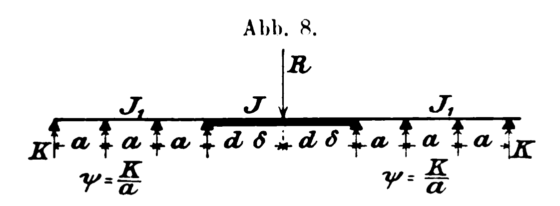
Von **Ad. Francke,** Baurat in Alfeld a. d. Leine.

(Schlufs von Seite 15.)

3. Allgemeiner Rückschlufs auf den Querschwellenoberbau.

Legt man (Textabb. 8) in einen Querschwellenoberbau einen kleinen Durchlafs in der einfachen Weise ein, dafs man

Abb. 8.



die Schiene verstärkt, das Trägheitsmoment J_1 im Verhältnisse i auf der Strecke 2 d vermehrt, so ist

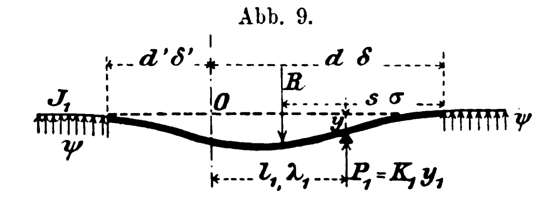
$$M < \frac{R\,(i + 2\,i\,\delta + \delta^2)}{4\,m\,(i + \delta)}$$

und betrachtet man auch für diesen Fall die Parabel der Gleichung $y = i + 2\,i\,\sigma + \sigma^2$, wie in Textabb. 2 als Einflufslinie des in der Mitte des Durchlasses erzeugten Biegungsmomentes, so rechnet man unter im allgemeinen erheblichem Zuschlage für Sicherheit.

4. Der Balken mit eingespannten Enden und zwei symmetrischen Mittelstützen.

Wird (Textabb. 9) der Balken mit gebundenen Auflagern aufserdem durch eine oder mehrere elastische Einzelstützen P getragen, so hat man in die analytische Gleichung der Senkung y ein entsprechendes Glied einzufügen und gleichzeitig die Bedingung $y_1 = \frac{P_1}{k_1}$ zu beachten. Im übrigen aber kann man zur Ermittelung der unbekannten Werte genau so verfahren,

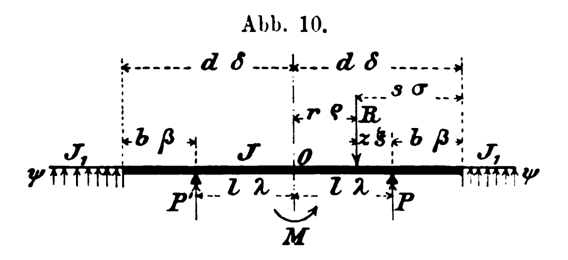
Abb. 9.



wie bereits angegeben ist, also für alle denkbaren Einzelfälle, den Gl. 3) 3a) und so weiter entsprechende Bestimmungsgleichungen aufstellen.

Man findet für das durch die Einzellast R = 1 in der Mitte des Trägers bei gleichem elastischen Auftriebe k der

Abb. 10.



Einheit für beide Einzelstützen erzeugte Biegungsmoment M der Textabb. 10 den allgemeinen Ausdruck:

Gl. V) $$2\,m\,M = \frac{Z}{N} = \frac{\mu\,mk_1 + \psi i\,(i + 2\,i\,\sigma + \sigma^2)}{\eta\,mk_1 + 2\,\psi i\,(i + \delta)},$$

wobei die Zahlenwerte μ, η gegeben sind durch:

$$\mu = 2\begin{vmatrix} i + 2\,i\,\sigma + \sigma^2, & i + 2\,i\,\beta + \beta^2 \\ i + i\,\sigma - \frac{\sigma^3}{3} + \frac{\zeta^3}{3}, & i + i\,\beta - \frac{\beta^3}{3} \end{vmatrix}$$

$$\eta = 2\begin{vmatrix} 2\,(i + \delta), & i + 2\,i\,\beta + \beta^2 \\ i + \lambda^2 - \delta^2, & i + \beta\,i - \frac{\beta^3}{3} \end{vmatrix}.$$

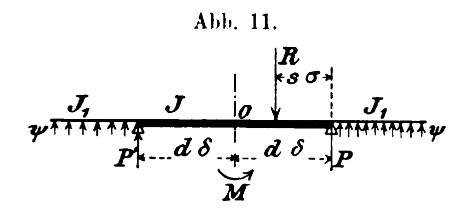
Setzt man $k_1 = 0$, so fallen die beiden Einzelstützen fort, setzt man $k_1 = \infty$, so erhält man zwei feste Stützen.

Für $\beta = 0$ erhält man:

$$2\,m\,M = \frac{2\,(i\,\sigma + \sigma^2)\,mk + \psi\,(i + 2\,i\,\sigma + \sigma^2)}{2\,(i + 2\,\delta)\,mk + 2\,\psi\,(i + \delta)}$$

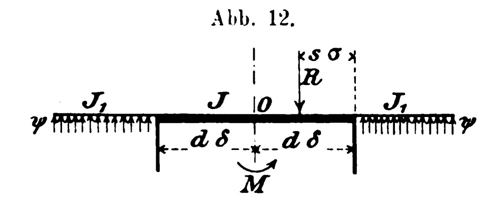
und diese Gleichung gilt beispielsweise für das Biegungsmoment der Trägermitte, wenn ein kleiner Durchlafs durch Einziehen besonderer Einzelstützen elastisch gelagerter Querschwellen unter Vergröfserung des Trägheitsmomentes in einen Langschwellenoberbau eingelegt wird (Textabb. 11).

Abb. 11.



Hierbei erhält man für $k = \infty$, also wenn ein Durchlafs mit festen Auflagern angelegt wird, über welche der Oberbau unter Vergröfserung des Trägheitsmomentes im Verhältnisse i

Abb. 12.



durchläuft (Textabb. 12):

$$2\,m\,M = \frac{\sigma\,(i + \sigma)}{2\,\delta + i}$$

und die Parabel der Gleichung $y = \sigma\,(i + \sigma)$ würde daher für diesen Fall die Einflufslinie des in der Trägermitte erzeugten Biegungsmomentes darstellen.

Für $s = d$ erhält man hierbei:

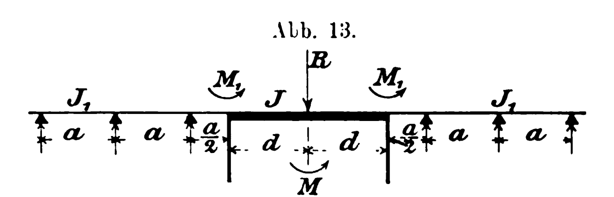
$$M = \frac{R\,d}{2}\left\{\frac{i + \delta}{i + 2\,\delta}\right\},$$

das mafsgebende, bei Mittelstellung erzeugte Biegungsmoment ist also im Verhältnisse $\frac{i + \delta}{i + 2\,\delta}$ kleiner, als bei dem einfachen frei aufliegenden Balken mit ungebundenen Enden, während zugleich über dem festen, aber elastisch gebundenen Auflagerpunkte ein Auflagermoment erzeugt wird: $M_1 = -\frac{R\,d\,.\,\delta}{2\,(i + 2\,\delta)}$ und dieses Moment M_1 würde also auch von dem Querschnitte des unvergröfserten Trägheitsmomentes J_1 aufzunehmen sein.

Man kann die vorstehenden Gleichungen, welche sich im mathematischen Sinne genau auf den Langschwellenoberbau beziehen, sinngemäfs und mathematisch betrachtet als Annäherungsformeln auf den Querschwellenoberbau beziehen.

Zahlenbeispiel: In einen Querschwellenoberbau der Schwellenteilung $a = 736$ mm sei ein Durchlafs der Stützweite $2\,d = 1600$ mm mit festen Auflagern einzuschieben (Textabb. 13).

Abb. 13.



Es sei $E = 1800000$ kg/qcm das Trägheitsmoment J_1 der Schiene $= 1063$ cm⁴, der Auftrieb einer Querschwellenstützung bei der Senkung 1 cm sei $= 20000$ kg, also $\psi = \frac{20000}{73{,}6} = 271{,}8$

$$m = \sqrt[4]{\frac{271{,}8}{4\,.\,1800000\,.\,1063}} = \frac{1}{72{,}8},\quad \delta = 1{,}01.$$

Wird nun das Trägheitsmoment über der freien Öffnung verdoppelt, so ist $M = \frac{R\,d}{2}\,.\,\frac{3{,}01}{4{,}02} = R\;29{,}92$ kgcm, während dicht hinter den Auflagern die Schiene des Trägheitsmomentes $J_1 = 1063$ cm⁴ ein Moment aufzunehmen hat $M_1 = -\,10{,}0\;R$ kgcm. —

Um die Momentwirkung der Einzellast R der Textabb. 10 für jeden Punkt der Öffnung 2 l darzustellen, bedarf es, abgesehen von Gl. V) noch eines Ausdruckes der von R erzeugten Querkraft. Man findet für diese links von R wirkende Querkraft $-\,Q$ den allgemeinen Wert:

Gl. Va) $$\frac{2\,Q}{R} = \frac{\mu_1\,mk + \psi i\left\{i + i\sigma + i\delta + 2\,i\sigma\delta + \sigma^2\delta - \frac{\sigma^3}{3}\right\}}{\eta_1\,mk + \psi i\left\{i + 2\,i\delta + 2\,i\delta^2 + \frac{2\,\delta^3}{3}\right\}},$$

wenn gesetzt wird:

$$\mu_1 = 2\,\lambda\begin{vmatrix} i + 2\,i\,\sigma + \sigma^2 - \frac{\zeta^3}{3\,\lambda}, & i + 2\,i\,\beta + \beta^2 \\ i + i\,\sigma - \frac{\sigma^3}{3} + \frac{\zeta^3\,\delta}{3\,\lambda}, & i + i\,\beta - \frac{\beta^3}{3} \end{vmatrix}$$

$$\eta_1 = 2\,\lambda\begin{vmatrix} i + 2\,i\,\delta + \delta^2 - \frac{\lambda^2}{3}, & i + 2\,i\,\beta + \beta^2 \\ i + i\,\delta - \frac{\delta^3}{3} + \frac{\lambda^2\,\delta}{3}, & i + i\,\beta - \frac{\beta^3}{3} \end{vmatrix}.$$

Insbesondere folgt für $\beta = 0$ (Textabb. 11) der Wert:

$$\frac{2\,Q}{R} = \frac{2\left(i\sigma\delta + \delta\sigma^2 - \frac{\sigma^3}{3}\right)mk + \psi\left\{i + i\sigma + i\delta + 2\,i\sigma\delta + \sigma^2\delta - \frac{\sigma^3}{3}\right\}}{2\,mk\left(i\delta^2 + \frac{2\,\delta^3}{3}\right) + \psi\left(i + 2\,i\delta + 2\,i\delta^2 + \frac{2}{3}\,\delta^3\right)}$$

und daher bei festen Stützen (Textabb. 12)

$$\frac{2\,Q}{R} = \frac{i\sigma\delta + \delta\sigma^2 - \frac{\sigma^3}{3}}{i\delta^2 + \frac{2\,\delta^3}{3}}.$$

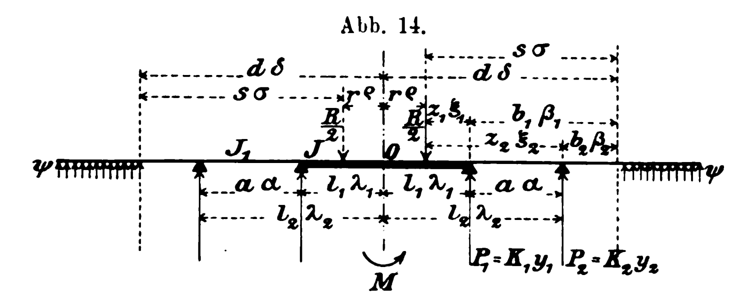
Für diesen Fall kann also die Parabel dritten Grades der Gleichung $y = i\sigma\delta + \delta\sigma^2 - \frac{\sigma^3}{3}$ als Einflufslinie der links von R erzeugten Querkraft aufgefafst werden.

5. Genauere Formeln für kleine, in den Querschwellenoberbau eingebaute Öffnungen bei stetiger Durchführung der verstärkten Schiene.

Solche lassen sich durch die Betrachtung des Balkens mit elastisch eingespannten Enden und mehreren Mittelstützen gewinnen.

Um die von einer im Punkte r, s (Textabb. 14) stehenden Einzellast $R = 1$ im Mittelpunkte 0 erzeugte Momentwirkung M zu bestimmen, wird am einfachsten symmetrische Belastung mit den halben Werten $\frac{R}{2}$ eingeführt, dann folgt als analytische Gleichung der Senkung y auf der Strecke l_1 mit verstärktem Trägheitsmomente J:

Abb. 14.



$$EJy = EJ\frac{P_1}{k_1} + \frac{M\,(l_1^2 - x^2)}{2} - \frac{R}{12}\left\{z_1^3, -(x-r)^3\right\}$$

Demgemäfs kann mit Berücksichtigung der Gleichungen für die folgenden Strecken mit dem Trägheitsmomente J_1 geschrieben werden:

$$EJ_1 y = EJ_1\frac{P_1}{k_1} - M\left\{\frac{(x-l_1)^2}{2} + \frac{l_1\,(x-l_1)}{i}\right\} + R\left\{\frac{(x-r)^3 - z_1^3}{12} + \left(\frac{1-i}{i}\right)\frac{(x-l_1)\,z_1^2}{4}\right\} - \frac{P_1\,(x-l_1)^3}{6}, - \frac{P_2\,(x-l_2)^3}{6},$$

worin $i = \frac{J}{J_1}$ ist.

Durch Ableitung ergibt sich:

$$EJ_1\frac{dy}{dx} = -M\left(x - l_1 + \frac{l_1}{i}\right) + \frac{R}{4}\left\{(x-r)^2 - z_1^2 + \frac{z_1^2}{i}\right\} - \frac{P_1\,(x-l_1)^2}{2}, - \frac{P_2\,(x-l_2)^2}{2},$$

$$EJ_1\frac{d^2y}{dx^2} = -M + \frac{R}{2}(x-r) - P_1\,(x-l_1), \; - P_2\,(x-l_2),$$

$$EJ_1\frac{dy^3}{dx^3} = \frac{R}{2} - P_1, - P_2.$$

Daraus folgen für $x = d$, den Punkt des Beginnes der elastischen Einspannung, $\psi = 4\,m^4\,EJ$ nach Einführung der Winkelwerte $mb = \beta$ und so weiter die vier Bedingungsgleichungen mit den beiden willkürlichen Bestimmungswerten A und B:

$$-2\,mM\left\{\beta_1^2 + \frac{2\,\lambda_1\beta_1}{i}\right\} + P_1\left\{\frac{\psi}{mk_1} - \frac{2\,\beta_1^3}{3}\right\} - P_2\frac{2\,\beta_2^3}{3} + R\left\{\frac{\sigma^3 - \zeta_1^3}{3} + \frac{(1-i)}{i}\beta_1\zeta_1^2\right\} = A + B,$$

$$-2\,mM\left\{\beta_1 + \frac{\lambda_1}{i}\right\} - P_1\beta_1^2 - P_2\beta_2^2 + \frac{R}{2}\left\{\sigma^2 + \frac{(1-i)}{i}\zeta_1^2\right\} = -B,$$

$$-2\,mM - 2\,P_1\beta_1 - 2\,P_2\beta_2 + R\sigma = B - A,$$

$$-P_1 - P_2 + \frac{R}{2} = A.$$

Durch Entfernung der beiden Willkürlichen A und B können hieraus die beiden Gleichungen abgeleitet werden:

$$2\,mM\left\{1 + \beta_1 + \frac{\lambda_1}{i}\right\} + P_1\,(1+\beta_1)^2 + P_2\,(1+\beta_2)^2 = \frac{R}{2}\left\{(1+\sigma)^2 + \frac{(1-i)}{i}\zeta_1^2\right\},$$

$$2\,mM\left\{1 - \beta_1^2 - 2\frac{\lambda_1\beta_1}{i}\right\} + P_1\left(\frac{\psi}{mk_1} + 2\left(1 + \beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3}\right)\right) + 2\,P_2\left(1 + \beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3}\right) = R\left\{1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3} + \frac{\zeta_1^3}{3} + \frac{(i-1)}{i}\beta_1\zeta_1^2\right\},$$

zu welchen gemäfs der Bedingung $y = \frac{P_2}{k_2}$ für $x = l_2$ als dritte Gleichung hinzutritt:

$$2\,mM\left\{\alpha^2 + \frac{2\,\lambda_1\alpha}{i}\right\} - P_1\left\{\frac{\psi}{mk_1} - \frac{2\,\alpha^3}{3}\right\} + P_2\frac{\psi}{mk_2} = R\left\{\frac{\zeta_2^3 - \zeta_1^3}{3} + \frac{(1-i)}{3}\zeta_1^2\alpha\right\}.$$

Aus diesen Gleichungen ergibt sich der Wert:

$$\text{Gl. VI)}\quad 2\,mM = \frac{\mu_{1\cdot2}\,m^2k_1k_2 + \mu_1\psi mk_1 + \mu_2\psi mk_2 + \left\{(1+\sigma_1)^2 + \frac{(1-i)}{i}\xi_1^2\right\}\frac{\psi^2}{2}}{\eta_{1\cdot2}\,m^2k_1k_2 + \eta_1\psi mk_1 + \eta_2\psi mk_2 + \left(1 + \beta_1 + \frac{\lambda_1}{i}\right)\psi^2}.$$

Hierin ist:

$$\eta_{1\cdot2} = \begin{vmatrix} 1 + \beta_1 + \frac{\lambda_1}{i}, & (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_2)^2 \\ 1 - \beta_1^2 - \frac{2\,\lambda_1\beta_1}{i}, & 2\left(1 + \beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3}\right), & 2\left(1 + \beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3}\right) \\ \alpha^2 + \frac{2\,\lambda_1\alpha}{i}, & \frac{2\,\alpha^3}{3}, & 0 \end{vmatrix}$$

$\mu_{1\cdot2}$ aber geht aus $\eta_{1\cdot2}$ hervor durch Vertauschung der ersten Spalte der Determinante $\eta_{1\cdot2}$ durch die entsprechenden Werte der rechten Seiten der drei Gleichungen, und ferner gelten die Werte:

$$\eta_1 = 2\left(1 + \beta_1 + \frac{\lambda_1}{i}\right)\left(1 + \beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3}\right) + \left(\beta_1^2 + \frac{2\,\lambda_1\beta_1}{i} - 1\right)(1+\beta_1)^2,$$

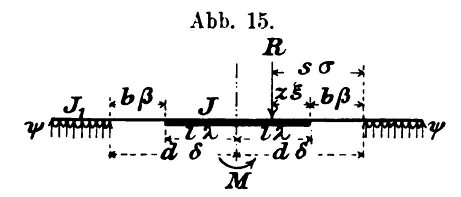
$$\eta_2 = 2\left(1 + \beta_1 + \frac{\lambda_1}{i}\right)\left(1 + \beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3}\right) + \left(\beta_1^2 - \alpha^2 + \frac{2\,\lambda_1\beta_2}{i} - 1\right)(1+\beta_2)^2,$$

$$\mu_1 = \left\{(1+\sigma)^2 + \frac{(1-i)}{i}\zeta_1^2\right\}\left(1 + \beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3}\right) - \left\{(1+\sigma) - \frac{\sigma^3}{3} + \frac{\zeta_1^3}{3} + \frac{(i-1)}{i}\beta_1\zeta_1^2\right\}(1+\beta_1)^2,$$

$$\mu_2 = \left\{(1+\sigma)^2 + \frac{(1-i)}{i}\zeta_1^2\right\}\left\{1 + \beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3}\right\} - \left\{1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3} + \frac{\zeta_2^3}{3} + \frac{(i-1)}{i}\beta_2\zeta_1^2\right\}(1+\beta_2)^2.$$

Für $k_1 = 0$, $k_2 = 0$ fallen alle Einzelstützen fort und man erhält (Textabb. 15) einen Träger, welcher lediglich an

Abb. 15.



beiden Enden elastisch gestützt ist und dessen Querschnitt auf der Mittelstrecke 2 l verstärkt wurde.

Eine Einzellast R, welche auf dieser Mittelstrecke im Punkte σ, ζ steht, erzeugt mithin in der Mitte des Trägers das Biegungsmoment:

$$M = \frac{R}{4\,m}\left\{\frac{(1+\sigma)^2 + \frac{(1-i)}{i}\zeta^2}{1+\beta+\frac{\lambda}{i}}\right\}.$$

Für $\sigma = \delta$, $\zeta = \lambda$ folgt also bei Mittelstellung der Last R der Wert

$$M = \frac{R}{4\,m}\left\{\frac{(1+\delta)^2 + \frac{(1-i)}{i}\zeta^2}{1+\beta+\frac{\lambda}{i}}\right\}.$$

Für $k_1 = 0$, k_2 verschieden von 0 fallen nur die beiden mittelsten Stützen fort und nach Textabb. 16 folgt:

Abb. 16.

Abb. 16 a.

$$2\,m\,M = \frac{\mu_2\,m\,k_2 + \left\{(1+\sigma)^2 + \frac{(1-i)}{i}\zeta_1^2\right\}\frac{\psi}{2}}{\eta_2\,m\,k_2 + \left(1+\beta+\frac{\lambda}{i}\right)\psi}.$$

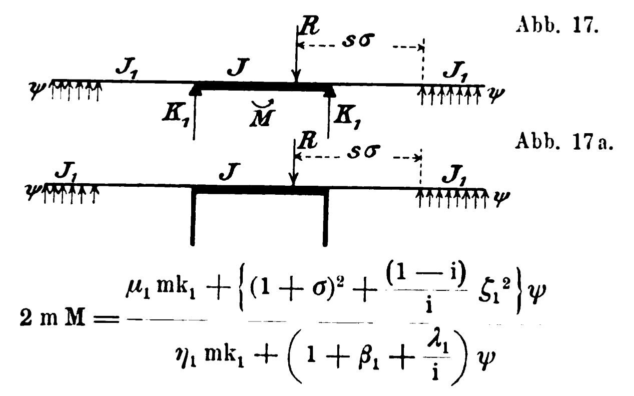
Insbesondere gilt daher für $k_1 = 0$, $k_2 = \infty$, also bei festen Stützen k_2 (Textabb. 16 a) der Wert:

$$2\,m\,M = R\,\frac{\mu_2}{\eta_2}.$$

Für $k_2 = 0$, k_1 verschieden von 0 (Textabb. 17) gilt der Wert:

Abb. 17.

Abb. 17 a.



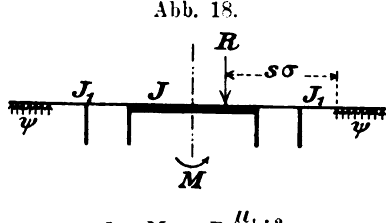
$$2\,m\,M = \frac{\mu_1\,m\,k_1 + \left\{(1+\sigma)^2 + \frac{(1-i)}{i}\zeta_1^2\right\}\psi}{\eta_1\,m\,k_1 + \left(1+\beta_1+\frac{\lambda_1}{i}\right)\psi}$$

und insbesondere also für $k_2 = 0$, $k_1 = \infty$ (Textabb. 17 a) der Wert:

$$2\,m\,M = R\,.\,\frac{\mu_1}{\eta_1}.$$

Für $k_1 = \infty$, $k_2 = \infty$, also wenn alle Einzelstützen fest sind, gilt der Wert (Textabb. 18):

Abb. 18.



$$2\,m\,M = R\,\frac{\mu_{1\cdot2}}{\eta_{1\cdot2}}.$$

Für $k_1 = \infty$, $k_2 =$ endlich gilt (Textabb. 19) der Wert:

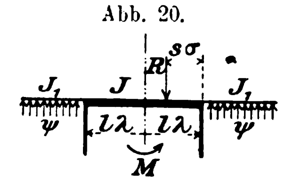
Abb. 19.

$$2\,m\,M = \frac{\mu_{1\cdot2}\,m\,k_2 + \mu_1\,\psi}{\eta_{1\cdot2}\,m\,k_2 + \eta_1\,\psi},$$

nach dieser Formel kann also das in der Trägermitte erzeugte Biegungsmoment M für einen in einen durchlaufenden Querschwellenoberbau unter Verstärkung der Schiene eingeschobenen Durchlafs mit festen Auflagern berechnet werden, wobei der elastische Auftrieb der diesen Auflagern nächsten Querschwelle als Einzelkraft berücksichtigt und für sich in der Formel augenscheinlich gehalten wird.

Wird in dieser Formel $k_2 = 0$ gesetzt, also angenommen, dafs die Wirkung dieser Einzelschwelle ausfallen kann, so erhalten wir wieder den Wert $2\,m\,M = R\,\frac{\mu_1}{\eta_1}$, aus welchem beispielsweise für die Sonderwerte $\lambda_1 = \delta = \lambda$, $\beta_1 = 0$ (Abb. 20) der bereits oben gefundene Wert folgt:

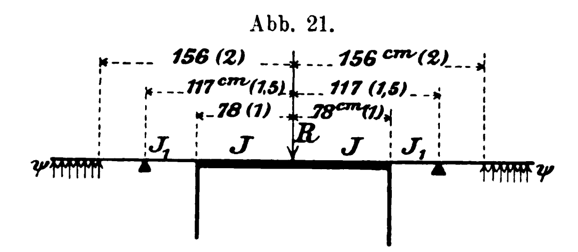
Abb. 20.



$$2\,m\,M = \frac{\sigma\,(i+\sigma)}{i + 2\,\lambda}.$$

Zahlenbeispiel. In einen Querschwellenoberbau von 78 cm Schwellenteilung (Textabb. 21) wird ein Durchlafs mit

Abb. 21.



festen Auflagern eingebaut, deren Mitten 156 cm von einander entfernt sind.

Der mittlere Auftrieb k einer einzelnen Schienenstützung der Schwelle sei $= 17920$ kg, $E = 2000000$ kg/qcm, $J = 1063$ cm^4,

$\psi = \frac{17920}{78} = 229{,}7$, dann folgt: $m = \sqrt[4]{\frac{229{,}7}{4 \cdot 2000000 \cdot 1063}} = \frac{1}{78}$. Aus der angenäherten Formel $2\,m\,M = \frac{\sigma\,(i + \sigma)}{i + 2\,\lambda}$ für das unter der Last R bei deren Mittelstellung folgt für $\sigma = \lambda = 1$, $i = 3$.

$$\frac{2}{78}\,M = \frac{4}{5}, \text{ also } \frac{M}{R} = 31{,}2 \text{ cm}.$$

Soll nach den in Textabb 21 eingeschriebenen Zahlen genauer gerechnet werden, so ergibt sich nach der Formel

$$2\,m\,M = \frac{\mu_{1\cdot 2}\,mk_2 + \mu_1\,\psi}{\eta_{1\cdot 2}\,mk_2 + \eta_1\,\psi}$$

nach Teilung von Zähler und Nenner durch ψ die Zahlengleichung:

$$M = \frac{78}{2} \cdot \frac{1{,}15\,\frac{mk_2}{\psi} + 8{,}555}{1{,}68\,\frac{mk_2}{\psi} + 10{,}444}.$$

Für volle durchschnittliche Wirkung der elastischen Bindung k_2 der dem Durchlasse nächsten Schwellen folgt hieraus der nämliche Wert $M = 31{,}2$ cm, und auch dann, wenn für k_2 nur ein Bruchteil seines durchschnittlichen Wertes $k = 17920$ umgesetzt wird, ändert sich der Wert M unbedeutend, M wächst für $k_2 = 0$ etwa auf 32 cm an.

Um nun schliefslich (Textabb. 14) zur allgemeinen und vollständigen Bestimmung der Kräfteverteilung, die von einer im Punkte r, s stehenden Einzellast $R = 1$ links von R erzeugte Querkraft $-Q$ zu ermitteln, wird am einfachsten der antisymmetrische Belastungsfall mit den Werten $\frac{R}{2}$ betrachtet, also in Textabb. 14 der Richtungsinn der auf der linken Seite wirkenden Einzelkraft $\frac{R}{2}$ umgesetzt.

Alsdann gilt für die Strecke des vergröfserten Trägheitsmomentes J, also von $x = 0$ bis $x = l_1$ die Gleichungsfolge für die elastische Senkung y:

$$EJy = EJ\,\frac{P_1}{k_1}\,\frac{x}{l_1} - \frac{Q\,(x^3 - l_1^2\,x)}{6} - \frac{R}{11}\left\{\frac{z_1^3\,x}{l_1}, - (x - r)^3\right\} \quad \text{I}$$

und demgemäfs gilt für die folgende Strecke mit nicht vergröfsertem Trägheitsmomente J_1, also von $x = l_1$ bis $x = d$ die Gleichungsfolge:

$$EJ_1y = EJ_1\,\frac{P_1\,x}{k_1\,l_1} - Q\left[\frac{x^3 - l_1^2\,x}{6} + \frac{(1 - i)}{3\,i}\,l_1^2\,(x - l_1)\right] - R\left[\frac{z_1^3\,x}{12\,l_1} - \frac{(x - r)^3}{12} + \frac{(1 - i)}{i}\left(\frac{z_1^3}{12\,l_1} - \frac{z_1^2}{4}\right)(x - l_1)\right] - \frac{P_1\,(x - l_1)^3}{6},$$
$$- \frac{P_2\,(x - l_2)^3}{6}.$$

Stellt man für diese Gleichung und ihre Ableitungen die Bedingungen des Verlaufes der elastischen Einspannung des Balkens im Punkte $x = d$ in der oben bereits mehrfach beschriebenen Weise auf und fügt die Bedingungsgleichung hinzu: $EJ_1y = EJ_1\,\frac{P_2}{k_2}$ für $x = l_2$, so erhält man drei Gleichungen zur Bestimmung der drei, bei dieser Darstellung augenscheinlich gehaltenen Unbekannten Q, P_1, P_2:

$$Q\left[(1 + \delta)^2 - \lambda_1^2 + \frac{2\,\lambda_1^2}{3\,i}\right] + P_1\left[(1 + \beta_1)^2 - \frac{\psi}{2\,mk_1\,\lambda_1}\right]$$
$$+ P_2\,(1 + \beta_2)^2 = \frac{R}{2}\left[(1 + \sigma)^2 - \frac{\zeta_1^3}{3\,i\,\lambda_1} + \frac{(1 - i)}{i}\,\xi_1^2\right],$$
$$Q\left[1 + \delta - \frac{\delta^3}{3} + \lambda_1^2\,\delta - \frac{2\,\lambda_1^2\,\delta}{3\,i}\right] + P_1\left[1 + \beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3}\right.$$
$$\left. + \frac{\psi\delta}{2\,mk_1\,\lambda_1}\right] + P_2\left(1 + \beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3}\right) = \frac{R}{2}\left[1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3} + \frac{\zeta_1\,\delta}{3}\right.$$
$$\left. + \frac{(1 - i)}{i}\left(\zeta_1^2 - \frac{\xi_1^3}{3\,\lambda_1}\right)\beta_1\right],$$
$$\frac{Q}{3}\left[\lambda_2^3 - \lambda_1^2\,\lambda_2 + \frac{2\,(1 - i)\,a\,\lambda_1^2}{i}\right] + P_1\left[\frac{a^3}{3} - \frac{\psi\,\lambda_2}{2\,mk_1\,\lambda_1}\right]$$
$$+ \frac{P_2\,\psi}{2\,mk_2} = \frac{R}{2}\left[\zeta_2^3 - \frac{\zeta_1^3\,\lambda_2}{3\,\lambda_1} + \frac{(i - 1)}{i}\,a\left(\frac{\zeta_1^3}{3\,\lambda_1} - \zeta_1^2\right)\right].$$

aus welchen insbesondere der zur Gl. VI) gehörige allgemeine Wert:

$$\text{Gl. VIa)} \qquad Q = \frac{Z}{N},$$

wenn man will, auch unter augenscheinlicher Darstellung des besondern Einflusses der beiden Auftriebwerte k_1, k_2 dargestellt werden kann.

Über Schwellenverdübelungen nach dem System der Dübelwerke, G. m. b. H. zu Frankfurt a. M.

Von **Eppers**, Eisenbahnbau- und Betriebs-Inspektor zu Westerburg.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 19 auf Tafel VIII.

(Schlufs von Seite 9.)

3. Das eigentliche Verdübeln.

Die Beschreibung des Verdübelns ist durch das unter B. »Die Werkzeuge« Gesagte erledigt. Von wesentlichem Nutzen für sorgfältige Arbeit ist es, wenn der Bohrer und der zur Handhabung des übrigen Werkzeuges zu verwendende Schwellenschraubenschlüssel stets senkrecht gehalten werden.

4. Wahl des Arbeitsplatzes und Kosten der Handverdübelung.

Die Handverdübelung soll tunlichst in nachstehender Weise erfolgen.

Zunächst wird eine kleinere Anzahl Schwellen, bei kürzeren Gleisstrecken etwa der Ersatz für die in dieser Gleisstrecke überhaupt auszuwechselnden Schwellen, an den Anfang der zu verdübelnden Strecke geschafft. Nun wird Schwelle für Schwelle ausgewechselt und je durch eine verdübelte Schwelle ersetzt, indem die gewonnenen brauchbaren Schwellen nach erfolgter Verdübelung wieder eingezogen werden. Für die unbrauchbaren werden die neuen verdübelten Schwellen eingebaut.

Dies Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dafs alle irgendwie erheblichen Arbeitsaufwendungen zur Beförderung von

7*

Schwellen erspart werden. Die noch unverdübelte Schwelle wird seitwärts aus dem Gleise herausgezogen, möglichst an dieser Stelle neben dem Gleise verdübelt und in nächster Nähe der alten Lage wieder eingebaut.

Das Verfahren setzt aber voraus, dafs genügend Platz neben dem Gleise vorhanden ist, um die Schwellen hier aufbanken zu können. Unter solchen Umständen hat die Verdübelung bei Station Rangsdorf an der Strecke Berlin—Zossen durch geschulte Arbeiter bei sechs Dübeln einschliefslich Nachhobelns oder Abdechselns 17 bis 20 Pf. für die Schwelle gekostet. Die Arbeiter erhielten in Stücklohn 3 M., ein Arbeiter hat demnach durchschnittlich 15 bis 17 Schwellen täglich fertig verdübelt. Das Herausnehmen, Nachdechseln, Verdübeln und Wiedereinbauen kostete bei demselben Lohnsatze 60 Pf. für die Schwelle.

Bei den Handverdübelungen auf der Strecke Friedrichsdorf — Friedberg lagen die Verhältnisse nicht so günstig. Abgesehen von einigen Fällen, in denen es bei ungefähr demselben Tagelohnsatze wie in Rangsdorf gelang, die Schwelle mit acht Dübeln (Abb. 5 bis 7, Taf. VIII) für den Preis von 30 Pf. zu verdübeln, waren die Kosten höhere und stiegen bis 51 Pf. für die Schwelle.

Der Preis für das Einziehen der Schwelle und einmaliges Durchstopfen wechselte zwischen 38 und 53 Pf. Neben den teilweise umfangreichen Nachdechselungs- und Auspflöckungsarbeiten erklärt sich dieser höhere Preis aus den ungünstigen örtlichen Verhältnissen. Da die Bahn hügeliges Gelände durchzieht, so wechseln fast ständig Einschnitte mit Dämmen. Die Berme war bei 0,3 bis 0,4 m Breite zu schmal für die Verdübelungsarbeiten, auch diente sie als Lagerplatz für den beim Auswechseln der Schwellen aus dem Gleise herauszuschaufelnden Kleinschlag. Daher war es auch bei etwas gröfserer Breite der Berme wegen Schonung der Werkzeuge nicht möglich, sie als Arbeitsplatz zu benutzen. Einmaliges Durchfallenlassen des Gewindeschneiders nach der Gebrauchsanweisung auf den scharfkantigen Quarzit-Kleinschlag genügte beispielsweise, um das Gewindemesser stumpf und schartig zu machen. Unter diesen Umständen war es die Regel, dafs die zu verdübelnden Schwellen auf kürzere Entfernungen getragen, oder mit dem Bahnmeisterwagen an einen geeigneten Arbeitsplatz gefahren wurden.

Diese Ergebnisse sind in ausschliefslicher Tagelohnarbeit erzielt, und ohne dafs die Aufsicht besonders straff ausgeübt worden wäre.

Die Kosten für die Verdübelung stellten sich demnach:

1. unter günstigen Umständen:

a) Tagelohn für Verdübeln	30	Pf.
b) „ „ Einziehen der Schwelle	38	„
c) 8 Dübel zu 11,8 Pf.	94,4	„
d) 8 Pflöcke zu 1,5 Pf.	12	„
Zusammen für eine Schwelle . .	174,4	Pf.

2. unter ungünstigen Umständen:

a) Tagelohn für Verdübeln	51	Pf.
b) „ „ Einziehen	53	„
c) 8 Dübel	94,4	„
d) 8 Pflöcke	12	„
Zusammen für eine Schwelle . .	210,4	Pf.

Genaues Auseinanderhalten der Preise zu a) und b) hat sich bei der Handverdübelung nicht immer ermöglichen lassen.

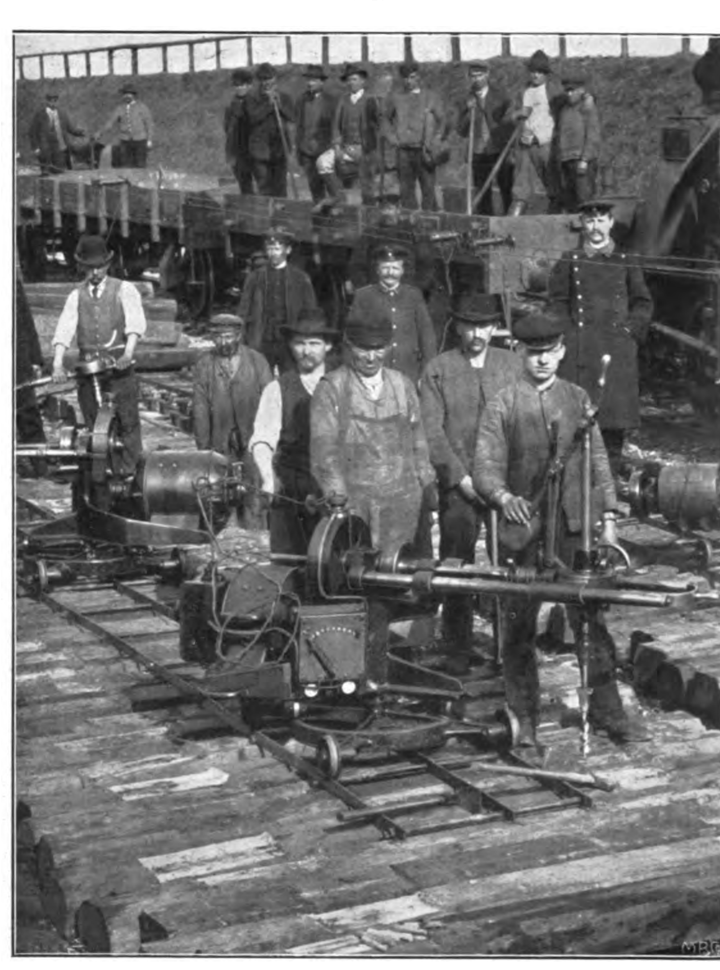
Bei Verwendung von Unterlegplatten mit drei Löchern sind zwei Dübel und zwei Schwellenschrauben weniger einzuziehen und der Preis beträgt dann etwa:

a) Tagelohn für Verdübeln, Einziehen der Schwellen	70	Pf.
b) 6 Dübel zu 11,5 Pf.	69	„
c) 6 Pflöcke zu 1,5 Pf.	9	„
Zusammen für eine Schwelle . .	148	Pf.

D. Die Maschinen-Verdübelung und deren Kosten.

Ist es nicht möglich, die Verdübelung in der Nähe der Verwendungstelle der zu verdübelnden Schwellen vorzunehmen, wird Wert auf eine beschleunigte Fertigstellung der Verdübelungsarbeiten gelegt, und steht eine genügende Anzahl von Arbeitern nicht zur Verfügung, so empfiehlt sich die Verwendung von Maschinen. Mufs die Verdübelung überhaupt auf besonderen, fern von der zu verdübelnden Gleisstrecke liegenden Werkplätzen ausgeführt werden, so wird bei den zur Zeit von den Dübelwerken geforderten Preisen die Maschinen-Verdübelung billiger, keines Falles teuerer als die Handverdübelung, sicher gewährt

Abb. 1.



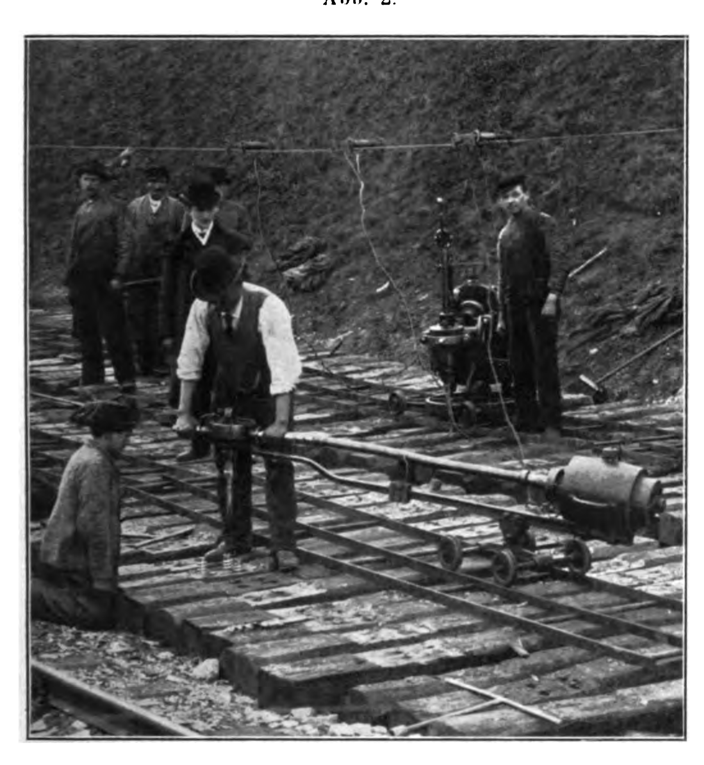
sie den Vorteil, grofse Massen von Schwellen in kürzester Zeit mit Dübeln ausrüsten zu können. Auf dem beschränkten Werkplatze (Textabb. 1), welcher den Dübelwerken an der Strecke

Friedrichsdorf—Friedberg zur Verfügung gestellt wurde, wurden täglich bis zu 400 Schwellen verdübelt.

Mit geringen Abweichungen ist der Vorgang derselbe wie beim Handverdübeln, nur wird der Handbohrer und der zur Handhabung der übrigen Werkzeuge verwendete Schwellenschraubenschlüssel durch Maschinen-Antrieb ersetzt. Auch die Werkzeuge sind mit Ausnahme des Kegelschneiders dieselben. Während der Kegel bei der Handverdübelung mit dem Gewinde zugleich geschnitten wird, wird er bei Maschinen-Verdübelung schon beim Bohren der Löcher mittels entsprechend geformten Bohrers hergestellt (Textabb. 1).

Nachdem die Schwellen aufgebankt, gedechselt und vorgekörnt sind, werden die 35 mm weiten Löcher mittels der im Vordergrunde der Textabb. 1 sichtbaren, auf der Aufsenspur des doppelspurigen Gleises fahrenden Maschine von 5 PS. gebohrt und die Kegel geschnitten.

Abb. 2.



Textabb. 2 zeigt vorn das Einschneiden des Gewindes mittels Maschinen von 3 PS., die auf der Innenspur des doppelspurigen Gleises fahren.

Ähnlich wie beim Handverdübeln wird der Gewindeschneider solange eingeschraubt, bis er unten durchfällt. Ein junger Arbeiter holt ihn unter der Schwelle hervor und steckt ihn in das nächste fertige Bohrloch. Links daneben schraubt ein Arbeiter die in Graphit getauchten Dübel, soweit es von Hand leicht möglich ist, in die mit fertigen Gewinden versehenen Löcher ein, indem er dem von links nach rechts fortschreitenden Gewindeschneiden folgt.

In Textabb. 3 ist eine Reihe derartig eingeschraubter Dübel zu erkennen. Rechts neben dem im Vordergrunde stehenden Arbeiter soll grade ein Dübel eingeschraubt werden. Auch diese, wie die übrigen im weitern Verlaufe der Verdübelung benutzten Maschinen haben 3 PS. und laufen auf der Innenspur des doppelspurigen Gleises. Der Arbeiter im Vordergrunde fräst mittels einer Maschine von gleicher Stärke die vorstehenden Dübelköpfe ab.

Die Schwellen werden nach den verschiedenen Spurweiten getrennt aufgestapelt. Eine Lokomobile von 12 PS. treibt den unter einem Zeltdache befindlichen Stromerzeuger an. Der Strom wird der zwischen den beiden Schwellenreihen geführten Leitung durch kleine Laufkatzen entnommen, welche Textabb. 2 besonders deutlich zeigt.

Die Kosten für die Maschinen-Verdübelung einer mit acht Dübeln ausgerüsteten Schwelle haben betragen:

a) Kosten für das Aufbanken und Aufstapeln der zu verdübelnden Schwellen	10 Pf.
b) für das Auspflocken und Nachdechseln	15 „
	25 Pf.

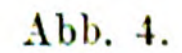
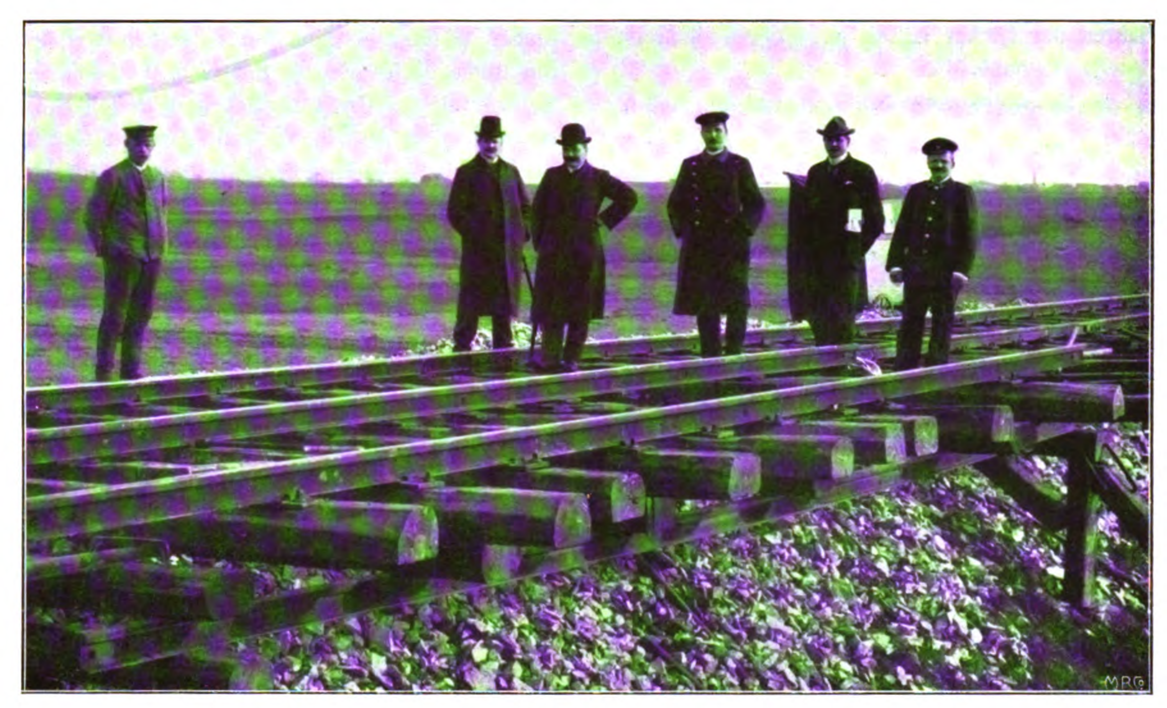
Abb. 3.



Übertrag	25	Pf.
c) für Ausrüstung mit je 8 Dübeln	48	„
d) für 8 Dübel zu 11,8 Pf.	94,4	„
e) für 6 Pflöcke zu 1,5 Pf.	9	„
Zusammen für eine Schwelle	176,4	Pf.

Die Kosten für das Aufladen der unverdübelten Schwellen, für Beförderung zum Werkplatze, Abladen, für Wiederaufladen nach der Verdübelung, Abladen längs der zu verdübelnden Strecke, für Aufladen der ausgewechselten Schwellen und Befördern zum Bahnmeisterlagerplatze oder zum Werkplatze für die Maschinen-Verdübelung, Abladen der ausgewechselten Schwellen können bei umfangreicheren Verlegungen zu 13 Pf. bis 9 Pf. für die Schwelle angenommen werden.

Das Einziehen der verdübelten Schwellen einschliefslich Umlegung des Gleises mittels der in Textabb. 4 sichtbaren Gerüste, wobei die bis dahin nicht rechtwinkelig zueinander liegenden Stöfse winkelig gelegt wurden und einschliefslich einmaligen Durchstopfens des Gleises kostete 31 bis 50 Pf., durchschnittlich 40 Pf.

Demnach betragen die Kosten für das Verdübeln und Einziehen:

1. im günstigen Falle:

a) für Verdübelung	176,4	Pf.
b) für Beförderung	9	„
c) für Verlegung der Schwelle	31	„
Zusammen für eine Schwelle	216,4	Pf.

2. im ungünstigen Falle:

a) für Verdübelung	176,4	Pf.
b) für Beförderung	13	„
c) für Verlegung	50	„
Zusammen für eine Schwelle	239,4	Pf.

Bei Verwendung von Unterlegplatten mit drei Löchern, für die zwei Dübel und zwei Schwellenschrauben weniger eingezogen zu werden brauchen, ergibt sich etwa folgender Durchschnittspreis, falls die Arbeiten zu a) und b) von der Rotte ausgeführt werden:

a) für Aufbanken und Aufstapeln der zu verdübelnden Schwellen	6	Pf.
b) für Auspflocken und Nachdechseln	9	„
c) für Verdübelungsarbeiten	33	„
d) für 6 Dübel zu 11,5 Pf.	69	„
e) für 6 Pflöcke zu 1,5 Pf.	9	„
f) für Beförderung	11	„
g) für Einziehen	38	„
Zusammen für eine Schwelle	175	Pf.

E. Zweck der Verdübelung.

Vorteile und Nachteile.

Gegen das Verfahren können die Mifserfolge bezüglich der Gleislage nicht geltend gemacht werden, die sich bei Verdübelung nur einzelner Schwellen ergeben haben. Diese Verwendung verdübelter zwischen unverdübelten Schwellen mufs als ebenso fehlerhaft bezeichnet werden, als wenn man Schwellen mit und ohne Unterlegplatten durcheinander verlegen würde.

Durch die Verdübelung will man der Weichholzschwelle die der Hartholzschwelle in höherm Mafse eigenen Vorzüge, insbesondere gröfsere Widerstandsfähigkeit gegen die Angriffe der rollenden Fahrzeuge verleihen. Hieraus folgt ohne weiteres, dafs die Verdübelung von Hartholzschwellen fehlerhaft und zwecklos ist.

Wenn trotzdem Verdübelungen von Hartholzschwellen an manchen Stellen unter Aufwendung erheblich höherer Kosten, als bei Weichholzschwellen ausgeführt, und die erwarteten Vorteile nicht eingetreten sind, so können auch derartige nachteilige Erfahrungen gegen die Verdübelung nicht ins Feld geführt werden.

Einer neuen Eichenschwelle mufs man auf alle Fälle den Vorzug vor einer neuen verdübelten Kiefernschwelle geben, besonders aber dann, wenn die Kosten der Verdübelung der neuen kiefernen Schwelle so hohe sind, dafs der Preisunterschied zwischen Eichen- und Kiefernschwellen nahezu erreicht wird. Der ausgedehnteren Verwendung der Eichenschwelle

steht freilich das Bedenken entgegen, dafs sich der Preis durch die Nachfrage sofort steigern würde.

Läfst sich daher die Frage nach der Zweckmäfsigkeit der Verdübelung neuer Weichholz- insbesondere neuer Kiefernschwellen nicht ohne weiteres bejahen, so ist die Sachlage wesentlich einfacher und spricht zu Gunsten der Verdübelung, wenn es sich um die Verdübelung altbrauchbarer Kiefernschwellen handelt. Nach den seit einer Reihe von Jahren gemachten Erfahrungen französischer Bahnen scheint festzustehen, dafs die Liegedauer brauchbarer alter Schwellen durch Verdübelung um etwa acht Jahre verlängert wird. Man wird also zu dieser Mafsregel greifen, wenn die Kosten durch die Verlängerung der Nutzungsdauer um wenige Jahre aufgewogen werden. Unter Annahme der oben berechneten Kosten für die Verdübelung soll die erforderliche Verlängerung der Nutzungsdauer für ein bestimmtes Beispiel berechnet werden.

Legt man eine zwölfjährige Liegedauer zu Grunde, nimmt man ferner an, dafs nach Verlauf von acht Jahren ein Herausnehmen, Nachdechseln, Auspflöcken und Wiedereinziehen stattfindet, so ergeben sich folgende Ausgaben für das Jahr und die unverdübelte Schwelle:

1. Beschaffungspreis einer neuen kiefernen getränkten Schwelle I. Klasse . . . 4,76 M.
2. Kosten für das Einziehen der neuen Schwellen einschliefslich Beförderung vom Stapelplatze und Bohren der Löcher für die Schwellenschrauben . . . . 0,54 „

Zusammen 5,30 M.

Bei einem Zinsfufse von 4 % und unter der Annahme, dafs die Zinsen vierteljährlich zugeschlagen werden, sind 5.30 Mark nach zwölf Jahren angewachsen auf $5.30 \,.\, 1.01^{48} = 8.54$ M.

Die Kosten für das nach achtjähriger Liegedauer vorzunehmende Herausnehmen, Abdechseln, Auspflocken einschliefslich Kosten der Pflöcke, Wiedereinziehen und Herstellen der sechs Bohrlöcher werden zu 68 Pf. angenommen. Mit vierjähriger Verzinsung ergibt sich:

$$0{,}68 \,.\, 1.01^{16} = 0.80 \text{ M.} \quad 8.54 + 0.80 = 9{,}34 \text{ M.}$$

Der Altwert der Schwelle wird zu 0,58 M. angenommen, sodafs sich 8,78 M. ergeben. Demnach erfordert die unverdübelte Schwelle, abgesehen von den stetig wachsenden Kosten der Gleisunterhaltung einen jährlichen Kostenaufwand von 8,76 : 12 = 0,73 M. Dieselbe Schwelle werde nach acht Jahren verdübelt, x sei diejenige Anzahl von Jahren, welche die verdübelte Schwelle über acht Jahre hinaus liegen mufs, damit das Verdübeln noch wirtschaftlich bleibt. Der Betrag von 5.30 M. wächst nach 8 + x Jahren auf $5{,}30 \,.\, 1{,}01^{(32+4x)}$.

Für das Verdübeln und Einziehen wird der oben berechnete Preis von 1,48 M. zu Grunde gelegt.

Der nach 8 + x Jahren aufgewendete Betrag beträgt dann $5{,}30 \,.\, 1{,}01^{(32+4x)} + 1{,}48 \,.\, 1{,}01^{4x}$, hiervon geht der Altwert ab. Demnach kostet die verdübelte Schwelle für das Jahr

$$\frac{5.30 \,.\, 1.01^{32+4x} + 1.48 \,.\, 1.01^{4x} - 0.58}{8 + x}$$

Wird dieser Wert gleich dem oben berechneten von 73 Pf. gesetzt, so erhält man $5.30 \,.\, 1{,}01^{32+4x} + 1{,}48 \,.\, 1{,}01^{4x} - 0{,}58 = 0{,}73\,(8 + x)$ oder $1{,}01^{4x} - 0{,}083\,x - 0{,}732 = 0$. Die Näherungslösung nach Newton für $x_1 = 7$ folgt aus

$$x_2 = x_1 - \frac{f(x_1)}{f'(x_1)}$$

$$x_2 = 7 - \frac{1{,}01^{28} - 0{,}083 \,.\, 7 - 0{,}732}{\lg.\, 1.01 \,.\, 1.01^{28} \,.\, 4 - 0{,}083}$$ mit $x_2 = 7{,}1$, die Probe ergibt: 1,325 — 1,321 = 0,004 statt 0. Der Wert $x_2 = 7{,}1$ ist also genau genug.

Demnach braucht die verdübelte Schwelle nur etwa drei Jahre länger zu liegen, als die unverdübelte, um, abgesehen von anderen, noch zu erörternden Vorteilen, die Ausgaben für die Verdübelung wirtschaftlich erscheinen zu lassen.

Legt man eine 15 jährige Liegedauer zu Grunde, nimmt man wieder an, dafs das Herausnehmen, Nachdechseln, Auspflocken und Wiedereinziehen oder Verdübeln und Wiedereinziehen nach acht Jahren stattfindet, so ergibt sich unter Zugrundelegung derselben Verhältnisse x = 9.5 Jahre, also eine um 2,5 Jahre gröfsere Liegedauer für die verdübelte Schwelle.

Hiermit ist aber die Zahl der Vorteile auf Seite der verdübelten Schwelle nicht erschöpft. Aufser der längern Dauer ergibt sie geringere Kosten der Gleisunterhaltung und gewährleistet eine bessere Gleislage.

Die Nutzungsdauer einer Schwelle wird hauptsächlich beeinflufst durch die Angriffe, welche von den Fahrzeugen ausgehen, dann durch die Einwirkung der Feuchtigkeit, welche, abhängig von den gegebenen Witterungsverhältnissen und der Beschaffenheit der Bettung sowie des Bahnuntergrundes, mehr oder weniger schnelle Fäulnis der Holzschwelle bewirkt. Beide Wirkungen machen sich in der Regel zuerst im Schienenlager bemerkbar. Die belasteten Unterlegplatten fressen sich in die angegriffenen Fasern der Schwellenoberfläche ein und in die erweiterten Löcher der Schwellenschrauben und Hakennägel dringt die Feuchtigkeit ein. Da die Schienenbefestigungsmittel bis in das Kernholz der Schwelle reichen, so ist letzterer Umstand besonders verhängnisvoll. Denn bekanntlich widersteht das Kernholz der Tränkung fast vollständig. Man hat beobachtet, dafs die als Tränkungsstoff verwendete Chlorzinklösung bei fünfmaliger Wiederholung der Tränkung nur um 5 mm tiefer in das Kernholz eingedrungen war. Zudem wird Chlorzinklösung besonders leicht ausgelaugt. Das Verfahren der Holzschwellen-Verdübelung ist nun ganz besonders geeignet, um die durch jene zerstörenden Wirkungen am meisten beeinträchtigte Liegedauer der Weichholzschwelle zu verlängern.

Das Hartholz der Dübel nimmt den von den Unterlegplatten übertragenen Druck in erster Linie auf, und zwar gilt dies nicht nur für die senkrechten Kräfte, sondern auch für die seitlichen. Unter der Einwirkung der letzteren lockern sich besonders nach Eintritt eines gewissen Spieles infolge Einfressens der Unterlegplatten die Schienenbefestigungsmittel in der unverdübelten Schwelle sehr bald, und das Faulen des Kernes als Folge des Eindringens des Regens beginnt. Nebenher geht das Rosten und Unbrauchbarwerden der eisernen Befestigungsmittel. Dagegen finden die letztern in dem Hart-

holzdübel weit bessern Halt und werden durch die satte Tränkung der Dübel mit Teeröl besser gegen Rosten geschützt.

Von Interesse dürften in dieser Beziehung die Beobachtungen sein, welche sich bei verdübelten und unverdübelten Schwellen unter den auf der Taunusbahn ausgewechselten Schwellen ergeben haben. Die bekannte Stofsplatte, welcher die in Abb. 7 und 8, Taf. VIII dargestellte Platte nachgebildet ist, nur mit dem Unterschiede, dafs die letztere für das Hilf'sche Schienenprofil mit schmalerem Fufs bestimmt ist und statt der bei der Stofsplatte vorhandenen Lochung für eine Schwellenschraube zwei Löcher am innern Schienenfufse besitzt, war sowohl auf der unverdübelten als auch der verdübelten Strecke vereinzelt auf Mittelschwellen verlegt worden.

Bei der Durchbildung dieser Platten erstrebte man neben gröfserer Auflagerfläche die Verhütung von Spurerweiterungen, wie sie bei Verwendung der schmalen Unterlegplatten mit Schwellenschrauben zu beiden Seiten des Schienenfufses und gleicher Auflagerfläche zu beiden Seiten der Schienenmitte sehr oft eintreten. Bei den unverdübelten Schwellen zeigte sich jedoch, dafs sich die Unterlegplatten infolge des Einflusses des aufserhalb der Flächenmitte wirkenden Schienendruckes an der Innenseite erheblich tiefer eingefressen hatten, als an der äufsern. Dies Einfressen zeigte sich auch schon bei Schwellen, welche erst seit kürzerer Zeit neu eingewechselt waren. Dagegen zeigten die verdübelten Schwellen keine irgendwie erkennbare Spur von Zerstörung am Auflager der Unterlegplatten. Auch war für das Herausdrehen der Schwellenschrauben bei diesen Schwellen eine erheblich gröfsere Kraftaufwendung erforderlich, als bei unverdübelten Schwellen.*) Die Dübel selbst safsen noch fest eingeprefst im Holze der Schwelle.

Auf der Strecke Friedrichsdorf-Friedberg, auf welcher die in Abb. 7 und 8, Taf. VIII gezeichnete Unterlegplatte auf Stofs- und Mittelschwellen verlegt ist, zeigte sich, obwohl beim Umbohren des Gleises stets eine entsprechende Spurerweiterung gegeben wurde, wegen derselben ungünstigen Gestaltung der Unterlegplatten schon nach kurzer Zeit eine stetig zunehmende Spurverengung. Hauptsächlich um diesen Übelstand zu beseitigen, kam das Verfahren der Verdübelung zur Anwendung.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dafs die Kosten der Gleiseunterhaltung bei Verwendung verdübelter Schwellen herabgemindert werden.

Bezüglich des bei unverdübelten Kiefernschwellen öfter erforderlichen Nachziehens der Schwellenschrauben waren die für die verdübelten Strecken der Taunusbahn in Betracht kommenden Wärter darin einig, dafs Nachziehen der Schrauben während der zweijährigen Liegedauer der verdübelten Schwellen äufserst selten erforderlich gewesen sei.

Da die Schwellen nur in der Geraden gelegen hatten, so konnte ihr Verhalten in der Krümmung hier nicht beobachtet werden. Dagegen hat sich auf der Strecke Wetzlar-Lollar, auf welcher zwei Krümmungen von 400 und 500 m Halbmesser vor etwa zwei Jahren verdübelt worden sind, die Spur ausgezeichnet gehalten und während der zweijährigen Liegedauer nicht um 1 mm geändert. Es ist hier ebenfalls die in Abb. 7 und 8, Taf. VIII dargestellte Unterlegplatte überall verwendet worden. Es unterliegt danach keinem Zweifel, dafs sich die verdübelte Schwelle auch in den schärfsten Krümmungen bewährt. Daraus ergibt sich ein weiterer wesentlicher Vorteil der verdübelten Schwelle durch die Gewähr besserer Gleislage als Folge des sicherern Haltes der Befestigungsmittel und der festeren Lagerung der Unterlegplatten. Insbesondere werden Spuränderungen wirksamer verhütet, als bei der unverdübelten Schwelle.

*) Ausgezeichnet gehalten hatten sich die dort ebenfalls ausgewechselten, im Jahre 1895 verlegten Eichenschwellen. Bei vielen waren zwei kräftige Arbeiter erforderlich, um die vermutlich schon 1895 bei der Verlegung eingeschraubten Schwellenschrauben der kürzern Form herauszudrehen.

Als Nachteile der Verdübelung sind aufzuführen die Verringerung des Widerstandsmomentes des Schwellenquerschnittes durch die Dübellöcher um 27 %. Die Druckspannung der oberen Fasern wird durch den eingeprefsten Dübel aufgenommen werden können, die Verminderung des Widerstandsmomentes bleibt aber für die Zugsspannungen bestehen. Solange der Schwellenquerschnitt nun durch Nachdechseln nicht wesentlich geschwächt ist, wird diese Verminderung unbedenklich bleiben. Oben wurde empfohlen, Schwellen, deren Stärke durch das Nachdechseln unter 12 cm vermindert wird, von der Verdübelung auszuschliefsen. Das Widerstandsmoment der durch Nachdechseln auf 12 cm verschwächten unverdübelten Schwelle beträgt: $W_{12} = \frac{26 \cdot 12^2}{6} = 624$ cm³, das der ungeschwächten Schwelle $W_{16} = \frac{26 \cdot 16^2}{6} = 1109$ cm³, die Verminderung also: $\frac{485 \cdot 100}{624} = 44\,\%$. Bei der nachgedechselten verdübelten Schwelle ist das Widerstandsmoment: $W_{12} = \frac{(26 - 2 \cdot 3{,}5)\,12^2}{6} = 456$ cm³, die Verminderung also bereits $\frac{653 \cdot 100}{1109} = 59\,\%$. Für Schwächung auf 10 cm bleibt: $W_{10} = 563$ cm³, $W_{10} = 412$ cm³, die Verminderung ist 49 % für die unverdübelte, 63 % für die verdübelte Schwelle.

Wenn man demnach verdübelte, durch das Nachdechseln auf 12 cm geschwächte Schwellen zur Verwendung noch zuläfst, so werden um so weniger Bedenken gegen die Verwendung unverdübelter, auf 10 cm geschwächter Schwellen zu erheben sein, als das Widerstandsmoment der letzteren immer noch 19 % gröfser ist, als das der ersteren.

Während also die Verdübelung nach dem früher Gesagten besonders bei brauchbaren alten Schwellen sparsam erscheint, mufs man hiernach mit Rücksicht auf die entstehende Querschnittsschwächung einen grofsen Teil brauchbarer alter Schwellen von der Verdübelung ausschliefsen. Nach den Darlegungen auf S. 50 und 51 mufs von der verdübelten Schwelle eine um 2,5 bis 3 Jahre längere Liegedauer als von der unverdübelten Schwelle gefordert werden, wenn die Kosten der Verdübelung wirtschaftlich erscheinen sollen. Nun wird freilich, wie auch die Erfahrungen der französischen Bahnen beweisen, die Verdübelung im allgemeinen eine Verlängerung der Liegedauer der Schwelle erzielen, da durch die Verdübelung die Widerstandsfähigkeit der Schwelle gerade an ihrer empfindlichsten Stelle vergröfsert wird. Trotzdem wird aber eine Anzahl verdübelter Schwellen keine höhere Liegedauer aufweisen, als die

unverdübelten, weil die Zerstörung des Schwellenholzes insbesondere durch Fäulnis an solchen Stellen der Schwellen stattfinden kann, welche durch die Verdübelung nicht geschützt sind.

So fanden sich auch unter den auf der Taunusbahn ausgewechselten verdübelten Schwellen einige, welche beispielsweise in der Mitte schon so weit angefault waren, dafs sie zum Teil überhaupt nicht weiter verwendet werden konnten, bei einem Teile dagegen nur noch auf eine Liegedauer von einem bis höchstens zwei Jahren gerechnet werden durfte.

Man wird einwenden, dafs die Auswahl der zu verdübelnden Schwellen bei der vor etwa zwei Jahren vorgenommenen Verdübelung nicht sorgfältig genug gewesen sei. Versehen in dieser Beziehung sind wohl unvermeidlich, aber Weichholzschwellen, welche während der bisherigen Liegedauer ein durchaus einwandfreies Aussehen behalten haben, können auch sehr wohl nach Verlauf einer weitern zweijährigen Liegedauer derartig angefault sein, dafs ihre Auswechselung erfolgen mufs. Bei solchen Schwellen sind die Kosten der Verdübelung eine nutzlose Verteuerung. Doch wird man diesen selten eintretenden Nachteil nicht hoch anzuschlagen brauchen.

Schwerwiegender erscheint der Vorwurf, dafs bei Verwendung der Unterlegplatten mit drei Löchern für Mittelschwellen der auf der Aufsenseite der Schiene befindliche Dübel im Vergleiche zu den beiden an der Innenseite sitzenden mindestens den doppelten Druck aufzunehmen hat. Nimmt man aufserdem die Behauptung, nach welcher sich bei Verwendung dieser Platten auf unverdübelten Kiefernschwellen häufiger Spurerweiterungen ergeben haben, als erwiesen an, so folgt für die verdübelten Schwellen der Nachteil der minderen Eignung dieser jetzt in grofser Zahl verlegten Platten, und der Befürchtung zahlreicher Spurerweiterungen für die Zukunft.

Ob aber diese ungünstigen Folgen bei der gegenüber Kiefernholz gröfsern Härte und Druckfestigkeit des Dübelholzes bei verdübelten Schwellen nicht erheblich später eintreten werden, als bei unverdübelten, müssen die weiteren Erfahrungen lehren. Es mag hier noch bemerkt werden, dafs sich nach dem Gesagten unter den Unterlegplatten mit drei Löchern die neue Hakenplatte zur Verwendung auf verdübelten Schwellen am besten eignen würde, weil die mäfsige Vergröfserung der Plattenbreite nach aufsen und das Vorhandensein zweier Dübel auf der Aufsenseite der Neigung des Gleises zu Spurerweiterungen entgegen wirken, anderseits aber diese Vergröfserung der Plattenbreite keine so grofse ist, dafs Spurverengungen wie bei der Unterlegplatte nach Abb. 7 und 8, Taf. VIII zu befürchten wären.

Indes wird man im allgemeinen in der Wahl der zu verwendenden Unterlegplatten beschränkt sein und häufig auch bislang für weniger geeignet gehaltene Platten verwenden müssen. Nachdem man jedoch die Schwellen für eine bestimmte Plattenform verdübelt hat, ist man dauernd auf die Verwendung dieser Form beschränkt.

Dasselbe gilt bezüglich der Spurweite. Die etwa zur Verwendung in der Geraden bestimmte und hiernach verdübelte Schwelle kann nur immer wieder in der Geraden verwendet werden. Dieser Umstand kann bei krümmungsreichen Bahnstrecken zu grofsen Unzuträglichkeiten führen und bildet den gröfsten gegen die Verdübelung zu erhebenden Vorwurf. Für derartige Strecken ist es nötig, jede einzelne Schwelle schon bei der Verdübelung nach der Spurweite zu zeichnen, für die sie pafst.

Ein grofser Teil der Schwierigkeiten wird sich auf diese Weise beseitigen lassen. Mit Rücksicht auf die grofsen Vorteile, welche die verdübelte Schwelle gerade für die Verwendung in den Krümmungen bietet, wird man jedoch die etwa weiter noch vorhandenen Unzuträglichkeiten gern mit in den Kauf nehmen.

Der Oberbau der indischen Eisenbahnen.

Von Regierungsbaumeister **E. Giese** und Dr. ing. **O. Blum** in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 18 auf Tafel XIII.

Vorderindien, die reichste Kolonie Englands, hat ein weit ausgedehntes Eisenbahnnetz, das sich in Staats- und Privatbahnen gliedert. Letztere haben die wichtigsten Linien und führen auch pachtweise den Betrieb von Staatsbahnstrecken. Einheitlichkeit der Verwaltung ist also nicht vorhanden und auch im Betriebe sind störende Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Gesellschaften und sogar innerhalb derselben Gesellschaft bemerkbar. Insbesondere ist die Spurweite nicht einheitlich geregelt. Beim Baue der ersten Linien hat man wohl damit einen Fehler gemacht, dafs man angeblich aus Besorgnis vor Stürmen die breite Spurweite von 1,676 m wählte, die sich zwar bei der einfachen ebenen Geländegestaltung meist gut ausführen liefs, sich aber doch als so teuer herausstellte, dafs später wichtige Durchgangslinien mit 1 m*) Spur gebaut wurden; so sind die Linien Bombay-Ahmedabad und die South-Indian-Bahn Madras-Tuticorin schmalspurig. Aufserdem gibt es noch Nebenlinien von 0,76 und 0,61 in Spurweite, zu letzteren gehört die Bergbahn nach Darjeeling.

Bei so grofsen Verschiedenheiten ist es nicht verwunderlich, wenn auch im Oberbau manche Unterschiede auftraten. Als englisches Schutzgebiet hat Indien die Doppelkopfschiene übernommen, und der Oberbau der zuerst erbauten Linien entsprach mit hölzernen Querschwellen, Stuhlschienen und Schienenstühlen dem jetzt noch in England allgemein üblichen. Aber man machte sich bald von der unbedingten Nachahmung des englischen Vorbildes frei und änderte die Oberbau-Anordnungen den Witterungs- und wirtschaftlichen Eigenarten des Landes entsprechend ab. Man ist aber bei der Suche nach zweckentsprechenden Oberbau-Arten noch weit vom Ziele entfernt, und wohl alle gröfseren Eisenbahngesellschaften machen Versuche, um zu einer befriedigenden Bauart zu gelangen.

Nach dem jetzigen Stande haben die breitspurigen Bahnen meist Doppelkopfschienen mit gufseisernen Einzelunterstützungen,

*) Dieser Abmessung liegt sonderbarer Weise das metrische Mafs zu Grunde, die Spur deckt sich also nicht vollständig mit der „Kapspur“ von 1,067 m.

die schmalspurigen dagegen Breitfufsschienen auf hölzernen Querschwellen.

Von Doppelkopfschienen waren früher, wie auch in England, meist gleichköpfige in Gebrauch mit einem Gewichte von nur 18 bis 25 kg/m, sie sind jetzt aber durch ungleichköpfige mit stärkerm Kopfe und schwächerm Fufse ersetzt, wohl aus demselben Grunde wie in England, weil sich das beabsichtigte Umwenden der Schienen wegen gleichzeitiger Zerstörung beider Köpfe als unmöglich herausstellte.

Die Querschnitte der Breitfufsschienen entsprachen im wesentlichen den unseren, nur ist der Fufs verhältnismäfsig schmäler. Die Gewichte der Schienen sind ständig vergröfsert und betragen jetzt bei Hauptbahnen etwa 31 bis 37 kg/m, entsprechen also ungefähr den preufsischen Formen 6 und 7.

Die Schienen stehen meist wie bei uns in einer Neigung von 1 : 20.

Die Schienenstöfse liegen wie in Deutschland und England einander gegenüber, sind schwebend angeordnet und meist durch Flachlaschen mit vier Schrauben gedeckt. Daneben sind auch Fufslaschen und einfache Winkellaschen in Gebrauch, letztere bei der Great-Indian-Peninsular-Eisenbahn mit fünf Schrauben, von denen die mittlere durch den Stofs geht.

Bei der Anordnung des Oberbaues spielen aber in Indien die Schwellen eine viel gröfsere Rolle, als die Schienen. Von ihnen sind drei Arten in Gebrauch: Holzschwellen, gufseiserne Einzelunterstützungen und in neuerer Zeit eiserne Querschwellen.

Holzschwellen. Vorderindien ist ein holzarmes Land, im Süden gibt es allerdings grofse Wälder, aber sie sollen noch unerschlossen sein, und manche Ingenieure haben sich uns gegenüber über den Mangel von Verständnis seitens der Forstverwaltung beklagt. Man ist daher genötigt, das Holz von auswärts zu beziehen und zwar hauptsächlich aus Burma — Teakholz der Tectona grandis, das besonders zu Bauten und zu Brückenschwellen verwendet wird, sehr widerstandsfähig ist und auch von den weifsen Ameisen nicht angegriffen wird. Es ist aber sehr teuer, eine Schwelle kostet 11 bis 12 Mk.

aus Australien — Jarraholz, das sich in seinem Heimatlande seit mehr als 25 Jahren gut bewährt haben soll. Die Kosten der getränkten Schwelle stellen sich auf 8 Mk.; jetzt werden mit diesem Holze umfangreiche Versuche gemacht;

aus Norwegen — Kiefernholz, das im getränkten Zustande 10 bis 15 Jahre dauert.

Die Nachteile der Holzschwellen sind vor allem die hohen Kosten und ihre geringe Lebensdauer. Das Holz wird durch die grofse Hitze und vor allem durch den ungewöhnlichen Wechsel zwischen vollständiger Trockenheit und übermäfsiger Feuchtigkeit rasch zerstört und auch das Tränken macht die Schwellen bei weitem nicht so widerstandsfähig wie in der gemäfsigten Zone, da sich die Tränkungsstoffe rasch verflüchtigen und ausgewaschen werden. Dazu kommen noch die weifsen Ameisen, die zwar in Nordindien wenig, im Süden aber sehr zahlreich vorkommen und nur das Teakholz vollständig, die getränkten Schwellen aber nur in den ersten Jahren verschonen.

Der Mangel an Holz hat die Ingenieure der indischen Eisenbahnen bald gezwungen, nach einer anderen Unterschwellung zu suchen.

Es liegt nahe zu fragen, warum sie nicht eiserne Querschwellen einführten, aber diese waren noch wenig erprobt und sind den Engländern bis auf den heutigen Tag nicht recht bekannt geworden. Vielmehr führte der an sich schon notwendige Schienenstuhl im Vereine mit der Forderung, von der oft recht schlechten Bettung einen möglichst grofsen Kern zu umfassen, zur Erfindung der gufseisernen Einzelunterstützungen, die sich in platten- und glockenförmige einteilen. Die zuerst eingeführten Glockenstützen hatten den Fehler, dafs das Unterstopfen des Hohlraumes schwierig war, was in einem Tropenlande besonders unangenehm ist, da hier die Bettung durch die gewaltigen Regengüsse leicht ausgespült wird, oder in der Glocke nach vorheriger Durchnässung zu einer steinförmigen Masse erhärtet. Um diese Nachteile zu vermeiden, wandte man sich den plattenförmigen Stützen (cast iron plate sleepers) zu, von denen Abb. 1 bis 3, Taf. XIII die bei der East-Indian-Eisenbahn für die Spurweite von 1,676 m gebräuchliche Anordnung für Stuhlschienen zeigt. Aber auch die Plattenstützen haben sich nicht bewährt, da sie nicht fest genug liegen und gründliches Stopfen kaum durchführbar ist. Man hat sich daher wieder den Gufsglocken zugewandt, diese aber, nach Abb. 4 bis 9, Taf. XIII, mit zwei einander schräg gegenüberliegenden grofsen Löchern versehen, die das Stopfen des Hohlraumes mittelst einer Art Brechstange gestalten; gleichzeitig hat man einen weitern Fehler der alten Glockenstützen vermieden, nämlich den ungenügender Stärke, indem man die Abmessungen besonders am Schienenauflager und den scharfen Ecken vergröfserte.

Die Doppelkopfschienen werden auf den Gufsglocken mit Holzkeilen, wie bei dem gewöhnlichen englischen Stuhlschienenoberbaue befestigt; da aber der Holzkeil wegen der starken Witterungs-Unterschiede in seiner Stärke sehr veränderlich ist und sich lockert, so sind an seiner Stelle eine ganze Reihe Vorrichtungen in Gebrauch; von diesen sollen sich Wickelfedern (Abb. 9, Taf. XIII) am besten bewährt haben, bei denen nach mehreren Jahren beim Nachlassen der Spannkraft nachträglich ein Holzkeil eingetrieben wird. Die Keile werden bei zweigleisigen Strecken mit der Fahrrichtung, bei eingleisigen abwechselnd nach beiden Richtungen eingetrieben, um so die das Wandern des Gleises hervorrufenden Kräfte gut auf die Unterstützungen zu übertragen.

Bei Breitfufsschienen, für die diese Unterschwellung, wie auch die mit plattenförmigen Einzelstützen ebenfalls angewendet wird, haben die Glocken nach Abb. 10 bis 14, Taf. XIII eine besonders grofse Auflagerfläche und werden durch einen eisernen Keil a und ein klauenförmiges Verschlufsstück b gehalten.

Die Gufsglocken sind zur Erhaltung der Spurweite mittels Spurstangen untereinander verbunden, deren keilartige Befestigung die Spurerweiterung in einfacher Weise ermöglicht.

Der Abstand der Glockenmitten beträgt 85 bis 95 cm. Der Stofs ist schwebend und mit Flach-, neuerdings auch mit Winkellaschen gedeckt. Über die oben erwähnten Laschen mit fünf Schraubenbolzen sprachen sich einzelne Ingenieure un-

günstig aus und erklärten, dafs sie eine engere Lage der Glocken bevorzugten, selbst wenn dann die Laschen vielleicht nur im ganzen drei Bolzen erhalten könnten. Das Hinübergreifen der Laschen über die Stofsglocken, wie über unsere Stofsschwellen ist beim Stuhlschienenoberbaue kaum ausführbar.

Abb. 15 bis 17, Taf. XIII zeigt den neuen Oberbau der Great-Indian-Peninsular-Eisenbahn, der seit dem Jahre 1900 eingeführt ist. Die Schienen sind rund 11^m lang und wiegen 40 kg/m. Die Teilung der Glocken beträgt 92 cm, am Stofse nur 82 cm. Die Auflagerfläche der Schienen ist 45 cm lang, sodafs die freie Länge der nicht unterstützten Schienenstrecke auf 47 cm, am Stofse auf 37 cm ermäfsigt wird. Der Stofs ist mit kräftigen Laschen mit fünf Schrauben gedeckt, von denen die mittlere gerade an der Stofsstelle sitzt (Abb. 16 und 17, Taf. XIII).

Da die zur Befestigung der Schienen dienenden Keile auf zweigleisigen Strecken in der Fahrrichtung eingetrieben werden, sind die Gufsglocken für die rechte und linke Schiene desselben Gleises etwas verschieden.

Die genannte Bahn wendet jetzt nur Gufsglocken als Unterstützung an; nur auf zwei stark ansteigenden Bahnstrecken sind Holzschwellen in Gebrauch, weil hier das Gleis auf Felsen aufruht und das Fahren bei Gufsglocken zu hart würde.

Die Vorteile der gufseisernen Glocken sind folgende:

Sie eignen sich besonders gut für die in Indien zuerst allgemein angewendeten Stuhlschienen, da die Glocke eigentlich nur eine Vergröfserung des an und für sich notwendigen Schienenstuhles ist.

Sie verhindern bei schlechter Bettung erfolgreich das Wandern, da sie einen grofsen zusammenhängenden Bettungskern umfassen, der sich durch die beiden erwähnten Löcher stopfen läfst.

Die Spurerweiterung ist durch die Keilverbindung bequem herzustellen, aber nach Angabe einzelner Ingenieure schwer richtig zu erhalten, da die Glocken das Bestreben haben, sich nach der Gleismitte hin in die Bettung einzuarbeiten.

Der wichtigste Vorteil ist aber die Sparsamkeit. Die Glocken halten nach übereinstimmenden Angaben 50 bis 100 Jahre, sie fangen allerdings nach Mitteilung einzelner Ingenieure nach 30 Jahren an, sich auszuarbeiten, aber bei den grofsen Eisenbahn-Gesellschaften wird noch nicht 1 % jährlich ausgewechselt. Bei der Bombay-Baroda und Zentral-Indian-Eisenbahn wurde uns gesagt, dafs 1 % kurz nach der Betriebseröffnung neuer Gleise bricht und ausgewechselt werden mufs, aber im übrigen Ergänzungen beinahe gar nicht nötig sind. Ein Glockenpaar kostet etwa 10,50 Mk. und hat alt noch den halben Wert, eine Holzschwelle kostet dagegen etwa 8 Mk., dauert höchstens 15 Jahre und ist dann beinahe wertlos, die Glocke ist also fünfmal billiger, wenn man auch nur mit einer Lebensdauer von 50 Jahren rechnet.

Den Vorzügen stehen folgende Nachteile gegenüber.

Das Fahren auf den gufseisernen Glocken ist sehr hart und greift daher die Betriebsmittel stark an. Versuche, dies durch Zwischenlage von Holz zu mildern, sind bei der Great-Indian-Peninsular-Bahn als nicht geglückt aufgegeben.

Die Erhöhung des Achsdruckes der Lokomotiven begegnet Schwierigkeiten und es soll bei nur einmaligem Befahren einer Strecke mit einer wesentlich schwereren Lokomotive vorgekommen sein, dafs Glocken gebrochen sind. Bei Querschwellen aus Holz oder Gufseisen ist diese Gefahr nicht so grofs, aber sie müfste sich wohl auch bei Gufsglocken durch Verkleinern der Abstände mildern lassen.

Bei Achsbrüchen und Entgleisungen werden die gufseisernen Glocken durch die aufschlagenden Räder zerbrochen. So lief einmal ein mit einer Achse entgleister Wagen noch 1 km weit, zerschlug dabei 800 Glocken und dieser kleine Unfall erforderte vier Tage, bis die Strecke wieder betriebsfähig war. Aus diesem Grunde werden bei der South-Indian-Bahn auf den Stationen gufseiserene Stühle nicht mehr angewendet und auch bei anderen Bahnen werden sie in den Bahnhöfen ganz oder wenigstens in den Weichenstrafsen vermieden. Der Ingenieur der genannten Bahn empfahl sogar, in den Stationen Breitfufsschienen anzuwenden, da diese bei der hier nötigen Verwendung von Querschwellen zweckmäfsiger und wirtschaftlicher sind, als Stuhlschienen.

Dafs viele Ingenieure mit den gufseisernen Glocken nicht zufrieden sind, geht auch daraus hervor, dafs auf der im Bau begriffenen breitspurigen Linie Agra-Delhi der Great-Indian-Peninsular-Bahn Stuhlschienen auf hölzernen Querschwellen genau nach englischem Vorbilde verlegt werden.

Die Verwendung zahlreicher Gufsglocken ist die Ursache, dafs die Ingenieure in Indien noch an der Stuhlschiene festhalten, obwohl die Breitfufsschiene in weiten Kreisen beliebt ist. Am besten geht dies daraus hervor, dafs die Schmalspurbahnen, bei denen wegen der kleineren Achslasten und der geringeren Abmessungen hölzerne Schwellen nicht so unverhältnismäfsig teuer sind, fast durchweg Breitfufsschienen benutzen, und man würde sie auch für die Breitspur einführen, wenn man sich nur von den Gufsglocken frei machen könnte.

Es ist merkwürdig, dafs die Engländer in Indien frühzeitiger zu der Breitfufsschiene hinneigen als in England selbst, obwohl im Mutterlande der besondere Schienenstuhl den Doppelkopfschienen-Oberbau mehr verteuert, als in Indien, wo die Gufsglocken besondere Stühle entbehrlich machen.*)

Die Unzufriedenheit mit den Gufsglocken und die Hinneigung zur Breitfufsschiene hat nun zur Verwendung von eisernen Querschwellen geführt; doch ist man hier noch nicht über die ersten Versuche hinaus, vielmehr werden noch eine ganze Reihe von Vorschlägen ausgeprobt, die wir längst überholt haben. Hier zeigt sich so recht, dafs der Engländer wegen seiner Unkenntnis fremder Sprachen es nicht versteht, sich die Errungenschaften fremder Völker zu nutze zu machen. Es macht den Eindruck äufserster Unerfahrenheit, wenn man hört, dafs noch vor nicht zu langer Zeit die in Abb. 18, Taf. XIII skizzierte vernietete Schienenbefestigung**) auf eisernen Quer-

---

*) Ein Ingenieur führte allerdings als einen besonderen Vorteil der Stuhlschiene an, dafs sie eine stärkere Zungenausbildung zulasse. Diese Ansicht ist aber nur darin begründet, dafs die Zungen aus Schienen ausgearbeitet werden, also bei Breitfufsschienen der halbe Fufs weggeschnitten werden mufs. — Die deutsche Weichenanordnung war dem Ingenieur ganz unbekannt.

**) Vergl. Organ 1886, S. 34.

schwellen angewendet wurde, die jetzt noch auf einigen Strecken liegt; dafs sich dieselbe nicht bewährt hat, ist selbstverständlich. Aber auch die neue Bauart von eisernen Querschwellen-Gleisen, welche im wesentlichen mit der der englischen Nordostbahn von Cabry und Kinch*) übereinstimmt, mit dem Unterschiede, dafs der Fufskeil aufsen sitzt, dürfte eigentlich nicht mehr ausgeführt werden, fehlen doch bei der Schwelle die Verstärkungen, die sich bei uns als unbedingt nötig bewiesen haben, und die Befestigung der Schiene ohne Unterlegplatte mit Aufbiegungen von Teilen der Schwelle mufs sehr bald zur Bildung von Rissen führen. Immerhin ist grundsätzlich der Anfang gemacht, und in wenigen Jahren wird sich vielleicht auch in Indien die deutsche Wissenschaft ein neues Gebiet erobert haben.

*) Organ 1889, S. 127, Taf. XVII, Fig. 9 bis 12.

Neuere Räder-Drehbänke.

Von E. Fränkel, Regierungs- und Baurat in Breslau.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XIV.

Die früher*) von Herrn Regierungs- und Baurat Kirchhoff angeregte Frage des Schnellbetriebes beim Abdrehen von Radreifen ist zeitgemäfs und wichtig, da die Leistung der Werkstätten zu grofsem Teile auf der Achsendreherei beruht. Es ist zwar wünschenswert, die alten Bänke möglichst rasch durch leistungsfähigere, neue zu ersetzen; der Staatshaushalt bildet aber für dieses Bestreben ein sehr wirksames Hindernis, und es mufs daher versucht werden, die alten Bänke möglichst zu verbessern, zumal nicht in allen Werkstätten gute Erfahrungen mit den Ehrhardtschen Bänken gemacht wurden.

Ein sehr zweckmäfsiges Mittel zur Vergröfserung der Leistung alter Bänke bietet die Anbringung eines zweiten Paares von Supporten auf der entgegengesetzten Seite der Hauptsupporte. Erstere werden zum Drehen des steilen Kegels 1 : 10 verwendet und bleiben stets in derselben Schräglage stehen, während die Hauptsupporte in der festen Schräge 1 : 20 die Laufläche drehen. Da diese beiden Kegel gleichzeitig bearbeitet werden, so ist ohne weiteres ein Zeitgewinn von etwa 30 Minuten für eine Wagenachse, für eine Lokomotivachse erheblich mehr erreichbar, welcher dadurch noch erhöht werden kann, dafs die Radflansche inzwischen vorgeschruppt und nach Fertigstellung der Laufflächen mittels Lehrenstahles fertiggestellt werden. Durch diese Anordnung wird die Wirkung der Achsbänke mit Lehrensupporten nicht nur erreicht, sondern der diesen oft anhaftende Übelstand vermieden, dafs die Hohlkehle unsauber und die ganze Achse unrund wird. Wegen des toten Ganges im Schablonensupporte weicht nämlich der Stahl oft aus, was durch die wechselnden Drucke der in verschiedenen Richtungen anstehenden Messer begünstigt wird. Der hohe Preis der Lehrenbänke spricht auch nicht für deren häufige Beschaffung; und will man sie durchaus haben, so sollten sie auf neue Radreifen beschränkt werden, welche nur 2 bis 3 mm Span verlieren, für stärkere Späne zeigen sie obige Untugenden, welche besonders für Personenwagen und Kuppelräder schädlich wirken. Nachmessen der auf Lehrenbänken gedrehten Achsen dürfte wunderliche Ergebnisse haben.

Die Ausrüstung vorhandener Bänke mit einem zweiten Supportpaare ist bei dessen Unterstützung durch einen kräftigen Betonklotz ohne weiteres angängig und auch im Betriebe ohne Schwierigkeit anwendbar. Sind die Räder etwa sehr ausgelaufen, dann bietet sich das Hülfsmittel, die Bänke verkehrt umlaufen zu lassen, wodurch sie sofort ruhiger laufen und die Arbeit sauberer wird.

*) Organ 1904, S. 31.

Bei einer Anzahl der in der Hauptwerkstatt Breslau (Märk.) vorhandenen Lokomotiv- und Wagen-Bänke sind je zwei Supporte von ausgemusterten Achsbänken angebaut und wesentliche Ersparnisse erzielt, vor allem aber die Leistungsfähigkeit erhöht worden. Bei der dreijährigen Laufzeit der Wagen und der steigenden Leistung der Lokomotiven mufs ja fast jede Untersuchungsachse gedreht werden bezw. der Achswechsel ist ein sehr häufiger.

Auf Grund des angegebenen Arbeitsvorganges und unter Berücksichtigung der Fortschritte in der Herstellung von Schnelldrehstahl ist eine Achsbank von 670 mm Spitzenhöhe von der Werkstatt Breslau (Märkisch) ausgeschrieben und von der Bauanstalt W. Hegenscheidt, G. m. b. H., in Ratibor geliefert. Wegen der überaus grofsen Anforderungen ist die Bank sehr kräftig gebaut und zittert auch nicht bei gröfsten Spanstärken bis zu 10 mm und 1,5 mm Vorschub und bei vier Stählen, da aufserdem die Schenkel zwischen Lagerschalen mit äufseren Kegelflächen fest eingespannt sind, während Lokomotiv-Achsen in besonderen Setzstöcken laufen.

Es ist mifslich, bei Achsbänken für gebrauchte Achsen eine bestimmte Tagesleistung anzugeben, da der Stahl aufserordentlich verschiedene Härte hat, insbesondere in den Bremsreifen. Jedoch sind weiche Achsen mit 6 mm Spanstärke bei nur 9 m/Min. Schnittgeschwindigkeit in weniger als einer Stunde gedreht worden, solche mit 9 bis 10 mm Span in rund 70 bis 120 Minuten, je nach der Härte, ein Ergebnis, das alle Ansprüche um so mehr befriedigen mufs, als die Achsen vollkommen rund liefen, also auch für Schnellzüge ohne Auswuchten brauchbar sind. Die Bank gestattet eine Schnittgeschwindigkeit bis zu 12 m/Min. Nur bei harten Reifen liefen die Späne blau an.

Zum Schruppen werden starke Schnelldrehstähle verschiedener Herkunft verwendet, während als Lehrenmesser der sehr zweckmäfsige, in der Werkstatt Siegen erfundene Stahlhalter mit eingesetztem flachem Messer vorteilhaft Verwendung findet, jedoch nach beiden Ebenen geneigt stehend. Der Schnelldrehstahl soll übrigens mehr und mehr auch an den alten Bänken verwendet werden, da, abgesehen von der Möglichkeit raschern Arbeitens, wo es noch möglich ist, dieser Stahl die gute Eigenschaft hat, Bremsstellen leichter zu bearbeiten, als ge-

wöhnlicher Stahl, wenn nicht seitlich in die harte Stelle hineingegangen wird, sondern von der Lauffläche aus.

Bei der beschriebenen Bank ist ein Dreher voll beschäftigt, sodafs er zum Schleifen der Stähle eben noch Zeit findet, während ihm zum Aufspannen und Abnehmen der Achsen Hülfe geleistet wird. Daher mufs jeder irgend vermeidliche Handgriff gespart und soll das bisher mit Lehre ausgeführte Messen dadurch ersetzt werden, dafs die Schneidkante der Stähle nach Lehre eingestellt wird; auf beiden Rädern gleiche Spanstärke wird sodann durch gleichen Vorschub der Supporte nach Mafsstab oder Gewindegängen erzielt.

Es liegt hier ein Gebiet vor, auf welchem noch wesentliche technische und wirtschaftliche Fortschritte zu erzielen sind.

Der Einflufs der Ausrundung in Neigungswechseln bei Schnellbahnen.

Von **Seiffert**, Regierungsbaumeister in Crefeld.

Der unter obiger Überschrift*) veröffentlichte Aufsatz des Herrn Bäcker darf nicht unwidersprochen bleiben.

Schon die seinen Ausführungen zu Grunde gelegte Voraussetzung eines Ausrundungshalbmessers von 2000 m für Gefällwechsel trifft für die dem Vereine deutscher Eisenbahnverwaltungen angehörenden Hauptbahnen nicht zu, da nach § 8 der N. f. H. und § 27 der T. V. der Ausrundungshalbmesser $\geq$ 5000 m sein mufs, und nur unmittelbar vor Bahnhöfen, wo die Fahrgeschwindigkeit der Züge ermäfsigt wird, bis auf 2000 m herabgehen darf. Je mehr die Fahrgeschwindigkeit gesteigert wird, umsomehr wird man auch darauf Bedacht nehmen müssen, den Ausrundungshalbmesser zu vergröfsern, und wenn je eine Bahn mit einer fahrplanmäfsigen Geschwindigkeit von auch nur annähernd 200 km/St. betrieben werden sollte, den Halbmesser der Ausrundung zweifellos nicht kleiner machen, als 10000 m. Dann aber wird die Gewichtsabnahme bei 210 km/St. auf den fünften Teil des von Herrn Bäcker berechneten Betrages, das ist auf etwa 3,5 % herabgemindert, also auf ein praktisch wohl bedeutungsloses Mafs. Aber selbst bei Anwendung kleinerer Ausrundungshalbmesser wäre die Berücksichtigung der Gewichtsverminderung des Zuges für die Berechnung der Brücken unzulässig, da jederzeit der Fall eintreten könnte, dafs der Zug seine Geschwindigkeit beim Befahren der Brücke vermindern mufs.

Die einzige praktische Nutzanwendung, die aus dem Aufsatze Bäcker's gezogen werden kann, ist die, dafs man es bei Schnellbahnen vermeiden soll, eine Brücke in den Sattel eines Gefällwechsels zu verlegen, beziehungsweise, dafs man, wenn eine solche Anordnung aus anderen Gründen wünschenswert erscheint, die Gewichts*vermehrung* des Zuges durch die Fliehkraft in Rechnung ziehen, jedenfalls aber möglichste Vergröfserung des Ausrundungshalbmessers anstreben mufs.

*) Organ 1904, S. 212.

Vereins-Angelegenheiten.

Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure.

Ergebnis des Beuth-Wettbewerbes von 1904.

In der am 29. November 1904 abgehaltenen Versammlung erstatteten die Herren Eisenbahn-Bau-Inspektoren Unger, Schramke und Fränkel den Bericht über das Ergebnis der Beuth-Aufgabe für 1904.*)

Die gestellte Aufgabe hatte den Entwurf einer Lokomotiv-Ausbesserungs-Werkstätte zum Gegenstande, für welche das Baugelände der in Gleiwitz befindlichen Werkstätte benutzt werden sollte.

Die Beteiligung war eine rege, und die eingegangenen Arbeiten standen fast alle auf einer erfreulichen Höhe der Leistungsfähigkeit. Eingegangen waren 15 Bearbeitungen, 12 von preufsischen, 2 von sächsischen, und 1 von hessischen Regierungsbauführern, alle mit dem Wunsche der Vorlage an die entsprechende Dienststelle als Probearbeit für das letzte Staatsexamen.

*) Organ 1904, S. 70.

Von den eingegangenen Arbeiten wurden folgende sechs mit der goldenen Beuth-Medaille ausgezeichnet:

Kennwort: »Carpe diem II«, Regierungsbauführer W. Heyden in Berlin;
» »Frisch voran«, Regierungsbauführer G. Laubenheimer in Charlottenburg;
» »Fahr wohl«, Regierungsbauführer H. Goltdammer in Berlin;
» »Trivium«, Regierungsbauführer P. Michael in Köln;
» »$M_b = W . k_b$«, Regierungsbauführer H. Zeuner in Dresden;
» »Schnellbetrieb«, Regierungsbauführer P. Freiherr von Eltz-Rübenach in Münster i. W.

Den Staatspreis von 1700 Mark erhielt der Verfasser der erstgenannten Arbeit.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Oberbau.

Eisen-Beton-Querschwellen.

(Railroad Gazette 1904, Band XXXVII, September. Seite 372. Mit Abb.; November, S. 528 und 536. Mit Abb.; Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer 1904, November, S. 1483. Mit Abb. Schweizerische Bauzeitung 1904, Oktober, Band XLIV, S. 178. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 bis 15 auf Taf. X.

Auf der Ulster- und Delaware-Bahn sind 1903 eine Anzahl Eisen-Beton-Querschwellen zu Versuchszwecken verlegt worden, und die Ergebnisse sind bis jetzt sehr befriedigend gewesen. Die Schwelle (Abb. 12, Taf. X) ist 2,44 ^{m} lang, 178 ^{mm} hoch, unten 254 ^{mm} und oben 203 ^{mm} breit. Sie wird in hölzernen Formen hergestellt und durch ein Winkeleisen verstärkt, welches mit der Winkelkante oben 6 ^{mm} unter der Oberfläche liegt. 6 ^{mm} starke, mit der Oberfläche der Schwellen bündige Unterlegplatten bilden das Schienenlager, die Befestigung erfolgt mit zwei Bolzen von 19 $\times$ 89 ^{mm} mit vierkantigem Kopfe. Die Bolzen gehen durch das Winkeleisen und die Unterlegplatte und halten die Schiene durch Klemmplatten auf dem Fufse. Der Beton wurde ziemlich nafs nach 1 : 2 : 4 aus Zement, Sand und Tuffstein von 19 ^{mm} Korn gemischt und mit der Schaufel in die Formen gefüllt. Die Kosten der Schwelle betragen 1,76 M. ohne die Eiseneinlagen, das Gewicht beträgt 204 kg. Die Winkeleisen werden für die Befestigungsbolzen gebohrt, bevor sie in die Formen gelegt werden. Es sind zwei Lochweiten erforderlich, eine für die Stofsschwellen und eine für die Mittelschwellen. Die Köpfe der Bolzen sind zwischen den Schenkeln des Winkels angeordnet und gegen Drehen gesichert. Da die Unterlegplatte unmittelbar auf der Kante des Winkels ruht, wird der Beton nicht zerdrückt, wenn die Muttern angezogen werden.

Die erste Schwelle wurde im Mai 1903 verlegt und zeigte im September 1904 trotz der Strenge des Winters keine Mängel. Die Muttern und Klemmplatten der Befestigung sitzen so fest, wie aufangs, und zwar ohne Nachziehen in der Zwischenzeit.

B—s.

Auf der französischen Eisenbahnlinie Voiron-Saint-Béron mit 1 ^{m} Spur ist versuchsweise eine 1,8 ^{m} lange, 0,18 ^{m} breite und 0,14 ^{m} starke, für unmittelbare Auflagerung der Schienen eingerichtete Schwelle aus Eisenbeton verwendet. Die Einlagen bestehen aus drei gebogenen Rundeisen, deren untere und obere gestreckte Teile durch eingelegte lotrechte Bügel mit einander verbunden sind. In der Nähe des Schienenlagers sind die drei Einlagen aufserdem mittels wagerechter Bügel gegen einander abgesteift (Abb. 14 und 15, Taf. X). Bei der Herstellung der Schwelle werden die Eiseneinlagen derart fest verlegt, dafs sie überall noch um mindestens 15 ^{mm} von der Schwellenoberfläche abstehen. Die Schienenauflagerung erfolgt, wie Abb. 13, Taf. X zeigt, in der Weise, dafs die beiden, den Schienenfufs fassenden Schrauben je in einen Hartholzdübel eingeschraubt werden, der in ein bei Herstellung der Schwelle dafür ausgespartes, oben mit einem eisernen Ringe eingefafstes Loch fest eingezogen wurde. Zur weitern Verstärkung ist in die Wandungen dieser Dübellöcher ein Draht schraubenförmig eingelegt. Die Schwellenschrauben ruhen unmittelbar auf den eisernen Ringen auf, wodurch genügend festes Anziehen ermöglicht wird. Zwischen Schienenfufs und Schwelle ist eine dünne Lage Holz oder geprefsten Filzes gelegt, um die Erschütterungen abzuschwächen.

Eine Schwelle enthält 8,4 kg Eisen und wiegt im Ganzen 105 kg; die Herstellungskosten betragen 3,60 M. Bei den angestellten Versuchen widerstand eine in der Mitte auf einer scharfen Kante aufliegende, an beiden Enden nicht unterstützte Schwelle einem Achsendrucke von 4800 kg.

Die im März 1903 verlegten derartigen Schwellen haben sich bis jetzt tadellos gehalten, weshalb der Versuch durch Verlegung von weiteren 250 Schwellen gleicher Bauart ausgedehnt wurde.

Angenommen wird, dafs sich die Herstellungskosten dieser Schwellen unter den ungünstigsten Verhältnissen zu denen von Eichenschwellen wie 5 zu 3 stellen werden, während ihre Lebensdauer auf das vier- bis fünffache geschätzt wird. —k.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Elektrischer Antrieb für Drehscheiben.

(Zentralblatt der Bauverwaltung 1904, November, S. 582. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 8 auf Tafel X.)

Auf Bahnhof Minden i. W. wurden zwei für Handbetrieb eingerichtete Lokomotiv-Drehscheiben von 16 ^{m} Durchmesser seitens der Westinghouse-Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Berlin mit elektrischem Antriebe versehen. Auf die Benutzung des vorhandenen Zahnkranzes wurde verzichtet, und nicht die Reibung der Drehscheibenlaufräder, sondern die eines besondern Rades benutzt, das trotz genügender Belastung senkrecht gerichtete Kräfte gar nicht oder doch nur in geringem Mafse auf die Drehscheibe überträgt, also die einmal eingestellte Lastverteilung zwischen dem Mittelzapfen und den Laufrädern nicht beeinflufst.

Wie die Abb. 6 bis 8, Taf. X zeigen, besteht der Antrieb aus einem kleinen, aus einem kräftigen gufseisernen Rahmen gebildeten Wagen, der etwa in der Mitte ein einziges, sehr breites Laufrad besitzt, das auf der Drehscheibenlaufschiene rollt, und unter Zwischenschaltung eines doppelten Stirnrädervorgeleges von einer zehnpferdigen für Vor- und Rückwärtsgang eingerichteten Gleichstrom-Maschine angetrieben wird. Ein starkes Gelenk mit wagerechter Drehachse verbindet den Gufsrahmen mit der Drehscheibe. Die Belastung des Wagens ist so gewählt, dafs sein Schwerpunkt möglichst nahe an der durch die Mittellinie der Laufradachse gehenden senkrechten Ebene liegt. Ein im Gufsrahmen vorgesehener Hohlraum kann zur Erzielung gröfserer Reibung und richtiger Schwerpunktslage noch mit Ballast gefüllt werden. Kraftmaschiene und

Getriebe sind zum Schutze gegen Witterung und Schmutz in ein Blechgehäuse eingeschlossen.

Der Wagen wiegt einschliefslich Maschine und Vorgelege etwa 1700 kg, welches Gewicht unter gewöhnlichen Verhältnissen zum Drehen der schwersten Lokomotiven genügt.

Die Steuerung der Kraftmaschine erfolgt durch einen Schalter, der oben eine Handkurbel und im Innern eine Schaltwalze mit magnetischem Funkenlöscher enthält und durch ein dicht schliefsendes Gehäuse gegen Witterungseinflüsse geschützt ist. Er ist auf der dem Antriebe gegenüberliegenden Seite der Drehscheibe angebracht und mit der Maschine durch Leitungen verbunden, die an dem Drehscheibenkörper befestigt sind.

Die Zuführung des Stromes vom Leitungsnetze nach dem Steuerschalter erfolgt durch Dreh-Stromschliefser, die sich auf einem leichten Bogen aus schmiedeeisernem Gitterwerke genau über der Drehscheibenmitte befinden.

Während das Innere der Stromschliefser auf dem Gitterbogen befestigt ist, und sich mit diesem dreht, wird die äufsere Schutzkappe, in welche die beiden Leitungsdrähte stromdicht eingeführt sind, durch Spanndrähte an der Drehung verhindert. Die Spanndrähte sind an zwei auf beiden Seiten der Drehcheibe stehenden Masten befestigt; ferner ist zwischen diese Masten über den erstgenannten Drähten ein besonderes, die Stromzuführungskabel tragender Draht gespannt, damit der durch das Kabelgewicht entstehende einseitige Zug in dem Kabel-Tragdrahte nicht auf den leichten Gitterbogen wirken und ihn beim Drehen der Scheibe hin- und herziehen kann.

Zum vollständigen Drehen der unbelasteten Drehscheibe genügen 30, bei Belastung der Drehscheibe durch eine 85 t schwere Lokomotive 45 Sekunden.

Trotz starker Inanspruchnahme beträgt der tägliche Stromverbrauch für eine Drehscheibe nur etwa 9 bis 10 Kilowattstunden, die bei dem Einheitspreise von 15 Pf. höchstens 1,5 M. kosten.

Für Drehscheiben solcher Bahnhöfe, auf denen jederzeit elektrischer Strom zur Verfügung steht, dürfte keine andere Betriebskraft an Einfachheit der Bedienung, leichter Bewegung und ständiger Betriebsbereitschaft ohne Verbrauch in den Ruhepausen mit der elektrischen in ernstlichen Wettbewerb treten können. —k.

Elektrische Signal- und Weichenstellung auf dem Hauptbahnhofe zu Antwerpen.

(Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer 1904, April, S. 239. Mit Abbild.)

Der umfangreiche Aufsatz umfafst 118 Seiten. Zur Erleichterung des Verständnisses dienen 111 Abbildungen und Lichtbilder. —k.

Über die selbsttätige Blockeinrichtung.

(Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer 1904, Oktober, S. 1247. Mit Abb.; Railroad Gazette 1904, Nov., S. 545.)

Die Quelle gibt einen durch 24 Abbildungen erläuterten Bericht des General-Superintendenten der New York, New Haven und Hartford Bahn, C. H. Platt, wieder. Insbesondere werden die Bauarten der Hall Signal Company, der Union Switch and Signal Company, der Pneumatic Signal Company und der Miller Signal Company besprochen. —k.

Hamilton's einstellbares Füllstück für Schutzschienen.

(Railroad Gazette 1904, September, Seite 352. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 und 10 auf Tafel X.

Das in den Abb. 9 und 10 auf Taf. X dargestellte Füllstück besteht aus zwei keilförmigen Teilen, die mit gewellten Flächen in einander greifen. Damit Einstellung möglich ist, ist in jedem Teile für den Durchgang des Verbindungsbolzens ein Schlitz von 70 mm Länge vorgesehen. Auf diese Weise kann die Schutzschiene in einem Abstande von 45 bis zu 64 mm von der Fahrschiene angeordnet werden. In der Regel beträgt der Abstand 51 mm. —k.

Elektrische Sicherungsanlage in Park Junction.

(Railroad Gazette 1904, April, S. 303. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 16 und 17 auf Tafel X.

Die Philadelphia und Reading- und die Baltimore und Ohio-Bahn haben kürzlich in Park Junction, Philadelphia, eine von der »Pneumatik Signal Company«, Rochester N. Y., hergestellte Sicherungsanlage in Betrieb genommen, bei welcher alle Verrichtungen durch elektrische Kraftübertragung vermittelt werden. Das Stellwerk hat 25 Schieber und Platz für weitere 7; 13 Schieber bewegen 21 Signale und 12 Schieber bewegen 13 Weichen, 5 Weichenriegel und 2 bewegliche Herzstücke.

Das Stellwerk ist im Äufsern ähnlich den mit Prefsluft betriebenen derselben Gesellschaft und anderen elektrischen Stellwerken. Der Schieber (Abb. 16 und 17, Taf. X) besteht aus einem Gleitriegel und einem festen eisernen Gehäuse, an dessen Unterseite ein Solenoid angebracht ist, welches die »Meldung« gibt. Der feste Teil jedes Schiebers ist 76 mm breit, und die Schieber eines Stellwerkes sind ebenso weit von Mitte zu Mitte entfernt. Der feste Teil des Schiebers enthält sechs Paar Berührungsfedern, und der Gleitriegel bewirkt und unterbricht mittels des Handgriffes zur Linken die Berührungen zur richtigen Zeit und in der richtigen Reihenfolge, um die Ausführung der verschiedenen Verrichtungen des Stellwerkes zu bewirken. Die beiden Federpaare zur äufsersten Rechten, die Sicherheitsfedern, sollen unrichtige Bewegungen verhüten, falls Drähte in Unordnung geraten; die beiden Paare zur äufsersten Linken, welche senkrecht stehen und in Verbindung mit dem »wandernden Balken« verwandt werden, sind die Meldungsfedern. Am Ende des Hubes des Schiebers wird der wandernde Balken heftig von dem einen Federpaare zum andern geschnellt, und seine Lage bestimmt, welche der beiden Meldedrähte das Solenoid erregen werden. Die Hauptverrichtungen des Stellwerkes werden ausgeführt durch Bewegen des Schiebers zur Herstellung der Berührung mit dem einen oder dem andern der beiden mittleren Federpaare.

Nachdem eine Weiche oder ein Signal gestellt worden ist, erregt die Rückmeldung das Solenoid, welches senkrecht unter der V-förmigen Führung im Schieber angebracht ist, und drückt

durch Heben seines mit der Führung durch eine Welle verbundenen Ankers den Schieber nach links oder rechts. Dies ist die selbsttätige Vollendung des Hubes. In Abb. 16 und 17, Taf. X ist der Schieber nach rechts geschoben worden.

Eine Bewegung des Schiebers kann verfolgt werden durch Prüfung der Verrichtung der V-Führung. Wenn der Schieber nach links bewegt wird, indem die Welle gegen den geraden Teil der Führung gebracht wird, so ist die Weiche oder das Signal durch Herstellen der entsprechenden Stromschlüsse gestellt, und der Schieber kann noch weiter nach links bewegt werden durch Aufwärtsdrücken der Welle an dem rechten Teile der V-Führung. Dies geschieht bei der Vollendung der Bewegung der Weiche oder des Signales, und der Hub des Schiebers wird so selbsttätig beendet. Die Wirkung der Sicherheits-Verriegelung mitteis des senkrechten Hebedaumens vor dem Stellwerke, welcher durch die kleinere Führung gehoben und gesenkt wird, ist genau gleich der ähnlichen Vorrichtung in anderen Stellwerken dieser Art. Die Drähte laufen vom Schieber nach einer Schiefertafel hinter dem Stellwerke, wo sich die nötigen Sicherungen befinden.

Der Meldungsmagnet hat einen Hub von 30 mm. Er bewegt den Schieber 25 mm und kann 9 kg am Hebedaumen heben. Der Magnet hat einen Widerstand von 50 Ohm und gebraucht einen Strom von wenig mehr als 2 Amp., aber dieser Strom wird nur für den Bruchteil einer Sekunde verwendet.

Die gröfste Länge des ausgezogenen Schiebers ist 673 mm, und die gröfste Breite des Stellwerkes 635 mm. Mit dem Schiebergriffe ist eine mechanische Klinke verbunden, welche es nötig macht, den Knopf oben auf dem Griffe niederzudrücken, bevor der Schieber eingeschoben werden kann.

Die Weichen-Triebmaschine bewegt die Zungenschienen durch Zahnstange und Rad. Die Einrichtung ist so ausgeführt, dafs sie für jede Weichen-Stell- und Verschlufs-Vorrichtung angewendet und in jeder Lage zum Gleise aufgestellt werden kann. Die Maschine hat zwei in entgegengesetzten Richtungen gewickelte Felder und wird durch Vertauschen der Felder umgesteuert. Zwei Leitungen gehen vom Schieber zur Triebmaschine, ein Umschalter wird nicht verwendet. Die Rückmeldung wird durch einen Stromschliefser nach dem Stellwerke gesendet, welcher an der Weichen-Stell- und Verschlufs-Vorrichtung angebracht ist. Von den beiden Drähten dient einer für die Meldung der Grundstellung, einer für die der Umstellung. Die Drähte gehen von dem gemeinschaftlichen Felddrahte aus, und die durch den »wandernden Balken« beherrschten Meldungsfedern am Schieber verbinden den richtigen Draht mit dem Meldungsmagneten. Die Weichen-Triebmaschine ist in einen wasserdichten Kasten eingeschlossen und ruht auf einer einzigen langen Schwelle. Der Stromwender wird leicht erreicht durch Entfernen zweier Zapfenbolzen.

Mit der Signal-Triebmaschine werden die Signalflügel in der »Halt«-Stellung dadurch verschlossen, dafs die senkrechte Stange 6 mm von dem Wege entfernt ist, um welchen sie eine Gelenkklammer heben mufs, bevor die Stange die Lage erreicht, wo sie das Blatt bewegen kann. Diese Stellvorrichtung kann mit einem Strome von 8 Amp. 55 kg heben.

Das Wiederholungsignal wird durch ein Solenoid mit einem Hube von 45 mm gestellt. Beim Beginn des Hubes kann dieser Magnet mit einem Strome von 6 Amp. 9 kg heben, nach Vollendung des Hubes kann der Magnet dieses Gewicht mit einem Strome von $^{1}/_{4}$ Amp. halten. Die senkrechte Stange bewegt das Blatt mittels Welle und Daumen, verbunden mit einem Hemmungsdaumen.

Die Stromkreise werden so bestimmt, dafs für jede Verrichtung ein besonderer Draht verwendet wird. Zu einer Weiche gehört je ein Draht für Grund- und Umstellung und je ein Meldedraht für Grund- und Umstellung. Zu einem Signale gehört ein Umstell-Arbeitsdraht und ein Meldedraht. Ein gemeinschaftlicher negativer Draht läuft nach jeder Weiche oder jedem Signale und ist immer mit einem Pole seiner Triebmaschine oder seines Solenoides verbunden; er leitet sowohl den Melde-, als auch den Arbeits-Strom.

Der Schutz der verschiedenen Vorrichtungen vor den Wirkungen eines in Unordnung geratenen Drahtes ist einfach. Wenn der Meldedraht irgendwie in Unordnung geraten ist, wodurch gewöhnlich eine falsche Meldung gegeben würde, wird dies entdeckt, bevor der Schieber bewegt wird, denn der Magnet würde erregt werden, die Melderwelle am äufsersten Ende des geneigten Teiles der Melderführung bleiben und so den Schieber in seiner Lage verschliefsen. Wenn der Meldestromkreis, welcher gebraucht werden soll, nicht vollkommen frei von Strom ist, kann keine Bewegung des Schiebers ausgeführt werden. Die Sicherheitsfedern am Schieber sind so verbunden, dafs wenn der Schieber in der Grundstellung steht, der Umstell-Arbeitsdraht durch eine dieser Federn mit dem negativen gemeinschaftlichen Drahte verbunden ist. So hat jeder positive Strom, welcher den Arbeitsdraht von irgend einer Quelle aus erreichen kann, einen für ihn bestimmten Weg durch das Stellwerk nach dem negativen gemeinschaftlichen Drahte, einen Weg ohne nennenswerten Widerstand, sodafs kein Strom durch die Triebmaschine oder das Solenoid fliefsen wird. Jeder Draht, welcher von dem positiven gemeinschaftlichen Drahte am Stellwerk ausgeht, ist mit einer Sicherung versehen. Daher kommt es, dafs durch jede Unordnung der Arbeitsdrähte eine dieser Sicherungen geschmolzen wird, und dadurch sofort der Draht erkannt wird, welcher den Schaden verursacht. B—s.

Drehscheibe mit Prefsluftantrieb, Pennsylvaniabahn.

(Railroad Gazette 1903, S. 282.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XV.

Die vor dem Lokomotivschuppen des Kohlenhafenbahnhofes Trenton N. J. für raschen Gang in Betrieb befindliche grofse Drehscheibe von 23,86 m Durchmesser wird durch Prefsluft gedreht, die mittels unterirdischer Leitung zugeführt wird, durch den ausgebohrten Drehzapfen in eine unter dem Belage liegende Stopfbüchse B (Abb. 4 und 5, Taf. XV) und aus dieser durch eine rechtwinklig geführte Bohrung in das unter der äufsern Belagkante führende Leitungsrohr mit Absperrventil c (Abb. 4, 5, Taf. XV) durch einen Seiher m in den unter dem Stande des Wärters angebrachten Sammelbehälter R gelangt (Abb. 1, Taf. XV). Die Bewegung der Drehscheibe erfolgt durch ein umstellbares Moore sches Triebwerk (Abb. 3, 4 und 5,

Taf. XV), welches durch zwei Reibungsräder f_1, f_2 (Abb. 5, Taf. XV) ein Kettenrad umdreht, über welches eine endlose Kette in der Drehscheibengrube aufserhalb der Laufschiene herumführt. Das Gleiten der Kette auf dem Kettenrade hebt den Stofs beim Anlaufen und Anhalten der Drehscheibe auf.

Die Triebkraft im Triebwerke wird durch einen mit Prefsluft gefüllten Zylinder F (Abb. 2, 3 und 5, Taf. XV) und einen Kreuzkopfschieber geregelt, welcher durch Andrücken die Wirksamkeit der beiden Reibungsräder f_1 f_2 bei etwaiger Abnutzung aufrecht erhält.

Bei eingestellter Drehscheibe dienen drei Ventile zu ihrer Drehung, zuerst wird das rechtsseitige kleine Vierwegventil V_1 (Abb. 1, Taf. XV) so gedreht, dafs die Prefsluft auf das Drehscheibensignal s und die Riegel l_1 und l_2 (Abb. 5, Taf. XV) drückt, ersteres auf weifs stellt und letztere schliefst. Durch eine kleine Prefsluftpfeife gibt der Drehscheibenwärter dem Lokomotivführer das Zeichen zum Auffahren; nun wird das linksseitige grofse Vierwegventil nach der Drehungsrichtung gestellt, die Prefsluft dringt in das Triebwerk M (Abb. 4 und 5, Taf. XV) ein, kehrt zum Ventile zurück und entweicht durch ein dünnes Rohr, welches über der Kette in der Drehscheibengrube mündet, um diese von Schmutz, Eis und Schnee frei zu halten. Nach wenigen Umdrehungen des Triebwerkes M wird das mittlere Dreiwegeventil V_3 gedreht, die Prefsluft tritt in den Zylinder F ein und setzt die Drehscheibe in Bewegung. Sobald sie sich zu drehen beginnt, öffnet sich im Triebwerke ein Ventil, das sich schliefst, sobald die volle Geschwindigkeit der Drehung erreicht ist; hierdurch wird die Trägheit ausgenutzt und an Prefsluft gespart. Bei Annäherung an das Abfahrgleis werden die Reibungsräder wieder in Bewegung gesetzt und die Drehscheibe wird ohne Stofswirkung angehalten.

Das Triebwerk M enthält ein Vierwegeventil, mit dem zwei Leitungsrohre für die Prefsluft so verbunden sind, dafs es herausgenommen und nachgesehen werden kann. Das Triebwerk macht 240 Umdrehungen in der Minute bei 5,6 at Druck, zur Drehung von Lokomotiven mit Tender von 155 t genügen oft schon 1,4 at.

Bei 5,6 at Druck erfolgt die ganze Umdrehung der Drehscheibe, selbst bei 0°, leer in einer Minute und bei einer Belastung von 155 t in 1,5 Minuten. Die Bauart der Drehscheibe erfordert in der Grube keine durch die Reibung wirkenden Laufschienen, erzielt vielmehr durch ihre rollenden Grubenräder eine so leichte Beweglichkeit, dafs zwei Arbeiter die Drehscheibe drehen können, wenn das Triebwerk aufser Tätigkeit geraten sollte. P—n.

Maschinen- und Wagenwesen.

Heizrohre.

Master Mechanic's Association, Juni 1903*).

Die Rohrlängen sind in Amerika bei $^3/_5$ gekuppelten Lokomotiven mit vorderer und hinterer Laufachse und bei $^3/_6$ gekuppelten Lokomotiven bereits bis zu 6080 mm angewachsen. Das Einziehen der Rohre erfolgt fast durchweg mit einem um das Rohr gelegten Dichtungsring aus Kupfer; ob gewöhnliches Einwalzen oder solches mit Prosserschen Rohrwalzen, die dicht hinter der Rohrwand einen Wulst anwalzen, besser ist, darüber sind die Meinungen verschieden.

Hier erfolgt das Einwalzen nur mit glatten Rohrwalzen, doch machen einige Bahnen die Rohrlöcher etwas kegelförmig und zwar so, dafs das Loch an der Feuerseite bis zu 1,5 mm mehr Durchmesser bekommt. Aufserdeutsche Bahnen, besonders die spanischen, italienischen und bulgarischen versehen die Heizrohre mit kupfernen Rohrschuben, um in der Wand Kupfer an Kupfer liegen zu haben. Als Brandringe werden dann in diese Rohre meist kurze stählerne Büchsen eingeschlagen. Bei im Betriebe auftretenden Undichtigkeiten wird hier vielfach Aufdornen, nicht Aufwalzen, vorgeschrieben, um Formänderungen der Rohrwand nach Möglichkeit zu verhüten.

Undichtigkeit ist in Amerika bei langen und kurzen Rohren ebenso, wie hier, bei schlechtem Speisewasser häufig. Einige Abhilfe schafft die Reinigung des Wassers, die auch hier viel angewendet wird**). Besonders die Öl brennenden Lokomotiven scheinen viel an Rohrlecken zu leiden; man schiebt das auf die grade bei Ölfeuerung vorkommenden schroffen Wärmewechsel. Auch mangelhafte, ungleichmäfsige Kohle soll aus demselben Grunde vielfach Rohrlecken verursachen.

Eine sichere Erklärung des Rohrleckens bei schlechtem Speisewasser hat man auch in Amerika bisher nicht gefunden. Vermutlich werden durch die mangelhafte Wärmeübertragung durch die mit Kesselstein belegten Rohrwände und anstofsenden Rohrenden die Rohre bei scharfem Feuer so stark erhitzt, dafs sie die durch Anwalzen gewonnene Spannung einbüfsen und sich dann bei Abkühlung so zusammenziehen, dafs sie die Löcher nicht mehr fest ausfüllen. Tritt dann noch kalte Luft in diese Rohre ein, so ziehen sie sich noch stärker zusammen, sodafs das Wasser heraussprüht.

Die Rohrteilung wird in Amerika meist so gewählt, dafs sich ein Wassersteg von 17,7 bis 19 mm ergibt. Engere Teilungen sind sehr selten, weitere bis zu 25 mm Wassersteg kommen häufiger vor. Hier begnügt man sich meist mit einem Wasserstege von 14,5 bis 18 mm. M—n.

*) Organ 1901, S. 35; 1902, S. 87; 1904, S. 174 bis 176.

**) Organ 1904, S. 6 und 29.

Elektrische Beleuchtung von Eisenbahnzügen, Bauart Böhm.

(Génie Civil, Oktober 1904, S. 365. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 18 und 19 auf Taf. X.

Wie bei der Stone'schen Zugbeleuchtung und der von Dick befindet sich auch bei der Böhm'schen unter jedem Fahrzeuge ein Stromerzeuger, der mit Hülfe von Speicherzellen die einzelnen Lampen des Wagens speist. Seine Klemmenspannung wird durch folgende Einrichtung auf unveränderlicher Höhe gehalten.

Der Stromerzeuger D, Abb. 19, Taf. X wird durch die auf einer der Wagenachsen sitzende Rolle G, sowie durch die beiden kleineren Rollen FF' angetrieben, die auf durch Stange T verbundenen zweimittigen Scheiben gelagert sind. Je nach Stellung dieser Scheiben wird der Stromerzeuger D durch die Rollen FF' mit der Antriebsrolle G auf der Wagenachse gekuppelt. Diese Einstellung ist abhängig von der Maschinenspannung, die den Elektromagneten S beeinflufst. Dieser wirkt nach Überwindung der Schraubenfederspannung in R auf das Gestänge B'_1B' ein und schaltet somit beim Anwachsen der Maschinenspannung über eine bestimmte Grenze den Stromerzeuger von seinem Antriebe ab, bis die Federspannung in R ihn nach Sinken der Spannung wieder einrückt. Die ganze Vorrichtung ist staub- und wasserdicht eingekapselt und ähnlich den Strafsenbahnantrieben federnd aufgehängt.

Eine Schaltungsübersicht gibt Abb. 18, Taf. X. A ist der Stromerzeuger, B der Speicher und C ein selbsttätiger Ausschalter, dessen Magnetspule mit doppelter Wickelung versehen ist. Die eine dieser Wickelungen liegt in Reihenschaltung im Hauptstromkreise, die andere in Nebenschlufsschaltung an den Maschinenklemmen. Ist die nötige Klemmenspannung erreicht, so arbeitet die Maschine auf die Lampen, wobei durch den Stromkreis der andere Schalter D geöffnet bleibt. Sinkt die Maschinenspannung unter die des Speichers, so wird die Stromrichtung in der Reihenwickelung des selbsttätigen Ausschalters C umgekehrt, C öffnet sich dadurch, der Schalter D schliefst sich und die Lampen werden von den Speicherzellen so lange mit Strom versorgt, bis die Spannung der Maschine wieder zur vollen Stärke angewachsen ist. Dann speist die Maschine die Lampen und ladet zugleich die Speicherzellen wieder auf.

Da die Ladespannung der Speicherzellen gröfser ist, als die Lampenspannung, so ist zur Sicherung der Lampen gegen Durchbrennen vor ihnen in den Maschinenstromkreis der Widerstand W eingeschaltet, der den zum Laden der Speicherzellen erforderlichen Überschufs der Maschinenspannung vernichtet.

Tags, oder wenn überhaupt die Erleuchtung der Fahrzeuge überflüssig ist, wird die Schraubenfeder R durch einen aufsen sitzenden Handhebel gespannt, wodurch der Antrieb abgeschaltet wird. Wechselt die Fahrrichtung des Zuges, so werden die Bürsten des vierpoligen Stromerzeugers um 90° gedreht, so dafs die Stromrichtung unverändert bleibt. Die Speicherzellen sitzen unter dem Wagen. Ausschalter und andere Einzelteile sind im Innern der Fahrzeuge auf einem kleinen Schaltbrette angebracht. R—l.

Der van Dyke-Kesselwagen.

(The Railroad Gazette, März 1903, S. 164. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 bis 11 auf Taf. XII.

Die Union Tank Linie hat neuartige Kesselwagen in Dienst gestellt, deren Bauart wesentlich von der bisher üblichen abweicht. Die Wagen haben kein Untergestell und bestehen nur aus dem Kessel und zwei Drehgestellen. Der Behälter hat sich somit selbst zu tragen und auch die Zug- und Stofskräfte aufzunehmen.

Um dem Kessel besondere Steifigkeit zu geben, sind die Bodenbleche etwa doppelt so stark ausgeführt, wie die oberen Kesselwände. Der Boden des in Abb. 9 bis 11, Taf. XII dargestellten Wagens ist aus drei 17 mm starken Blechen hergestellt, von denen das mittlere 5130 mm, die beiden äufseren 2740 mm lang sind. Der obere Teil des Kesselmantels wird von fünf Blechen gebildet. Mit Ausnahme der beiden Stirnwände sind alle Bleche durch doppelseitige Überlappungsnietung verbunden, für welche bei den oberen Blechen 19 mm, bei den unteren 22 mm Niete verwendet sind.

Die beiden äufseren Bodenbleche ragen 292 mm über die Stirnböden hinaus und tragen an ihrem Ende über dem Schafte der Wagenkuppelung eine kräftige Gufseisenplatte, welche die Stirnböden beim Kuppeln der Wagen gegen Stöfse durch Kuppelköpfe schützen soll. Die vereinigte Zug- und Stofsvorrichtung ist zwischen zwei an den Kesselboden genieteten Winkeleisen eingebaut, welche auch die Zug- und Stofskräfte auf den Kessel zu übertragen haben. Da die Befestigungsniete der Winkeleisen und diejenigen, welche die sattelförmigen Stützträger für die Drehgestelle mit dem Kesselboden verbinden, starken Beanspruchungen ausgesetzt sind und leicht undicht werden dürften, ist auf die Innenseite des Kesselbodens über den Befestigungstellen noch eine Deckplatte aufgenietet, welche an ihrem Umfange zur vollständigen Abdichtung verstemmt ist.

Das Sicherheitsventil an den Kesseln der neuen Wagen ist etwa neun mal so grofs als bei den Wagen älterer Bauart. Es öffnet bei einem Überdrucke von 2,5 at.

Zur Prüfung der neuen Bauart wurde ein beladener van Dyke-Wagen von 27,2 cbm Inhalt und 11 t Eigengewicht aufsergewöhnlich starken Stöfsen ausgesetzt.

Gegen den Versuchswagen, welcher mit zwei festgebremsten Kesselwagen, einem beladenen und einem leeren von 36,8 und 29,7 cbm Inhalt gekuppelt war, wurde ein aus zwei beladenen Kesselwagen von 28 cbm und 35,8 cbm Inhalt bestehender Zugteil mit einer Geschwindigkeit von 12,7 km/St. und darauf mit einer Geschwindigkeit von 17,8 km/St. gestofsen. Die einzige Beschädigung, welche der Wagen hierbei erlitt, bestand in dem Bruche eines Kuppelungschaftes und eines Handgriffes, während die übrigen Wagen zum Teil gröfsere Beschädigungen aufwiesen.

Gegenwärtig sind 50 Wagen von 27,2 cbm, 25 Wagen von 59 cbm und 90 Wagen von 45,4 cbm Inhalt im Betriebe und 150 Wagen von 45,4 cbm Inhalt im Bau. Der Entwurf des neuen Kesselwagens stammt von J. W. van Dyke, dem General-Direktor der Atlantic Refining Co., Philadelphia, Pa. S—n.

Kolbenschieber an Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven der französischen Ostbahn.

(Rev. gén. d. Ch. d. F. 1903, März, S. 196, mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 8 auf Tafel XII.

Die Vierzylinder-Lokomotiven mit Flachschiebern der französischen Ostbahn*) arbeiteten bei hohen Geschwindigkeiten

*) Organ 1902, S. 43.

weniger vorteilhaft, als bei mittleren, und die Blasrohrwirkung war bei geringem Drucke im Aufnehmer zu schwach. Die aufgenommenen Dampfdruck-Schaulinien zeigten unzulänglichen Querschnitt der Dampfkanäle, besonders für die Ausströmung. Aus diesem Grunde und um die Reibungsverluste der Flachschieber zu vermeiden, wurden 20 neue Lokomotiven gleicher Art mit Kolbenschiebern versehen.

Nach den Ergebnissen der Vorversuche wurde innere Einströmung, äufsere Ausströmung und Führung des Dampfes unter Berücksichtigung des Wärmegefälles gewählt.

Der Schieber, der einer amerikanischen Ausführung entlehnt ist, ist ein Hohlgufskörper (Abb. 8, Tafel XII), der an seinen beiden scheibenförmigen Enden je einen mittlern festen und zwei seitliche aufgeschnittene Kolbenringe trägt. Die mittleren führen den Schieber, die aufgeschnittenen bewirken die Dichtigkeit. Die Wege in den Öffnungen der Einsatzbüchsen sind schräg, um gleichmäfsige Abnutzung zu erreichen. Die Fugen der Dichtungsringe sind nicht versetzt, sondern gleiten auf einem besondern geraden Stege der Büchse; die Dichtung erfolgt an dieser Stelle durch den Mittelring, da Fugen und Steg an der tiefsten Stelle angeordnet sind. Eingesetzte Dübel verhindern ein Drehen der Ringe gegen einander.

Die Schieberkolben liegen unmittelbar über den ganz kurzen Dampfkanälen.

Die Zylinder sind mit Dampfmänteln umgeben, die durch Frischdampf geheizt werden; die Steuerung ist die Heusingersche.

Durch die Verwendung dieser Kolbenschieber wurde eine Verbreiterung der Kanäle am Hochdruckzylinder um 74 %, am Niederdruckzylinder um 52 % gegen die Flachschieber erzielt. Die Schaulinien zeigten kein Anwachsen der Zusammendrückung bei hohen Geschwindigkeiten und ergaben die Möglichkeit, bei Schnellzügen von 200 bis 250 t und 70 km/St. mit der Füllung der Niederdruckzylinder bis auf 45 % gegen 60 bis 65 % bei den Flachschiebern herabzugehen.

Infolge dieser Füllungsverkleinerung stieg der Druck im Aufnehmer von 2,25 auf 3 at, und die Arbeitsverteilung wurde in den Hochdruckzylindern von 36 auf 47 % gesteigert, in den Niederdruckzylindern von 64 auf 53 % vermindert*).

Sorgfältige Versuche während eines Zeitraumes von sechs Monaten mit Lokomotiven, die zur Hälfte Flachschieber, zur Hälfte Kolbenschieber hatten und Personenzüge von 55 bis 75 km/St. und einer mittlern Belastung von 174 t beförderten, ergaben eine Heizstoffersparnis von 10 % zu Gunsten der Kolbenschieber und eine bedeutend bessere Blasrohrwirkung.

Diese günstigen Ergebnisse sind auf den vergröfserten Querschnitt der Dampfkanäle und die zweckmäfsige Führung des Dampfes zurückzuführen**). P—f.

*) Die Quelle scheint hier eine Verwechselung beider Zylinder zu enthalten

**) Wieviel die Dampfmäntel beigetragen haben, ist nicht angegeben.

Vorortwagen mit Seitentüren und eisernem Kastenrahmen für die Illinois-Centralbahn.

(Railroad Gazette 1903, S. 630. Mit Abbildungen und Zeichnungen. Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1903, 26. Sept., S. 1025.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XII.

Die Bauart der für den Verkehr auf den Vorortbahnen grofser Städte bestimmten Wagen hat in den verschiedenen Ländern eine sehr verschiedene Entwickelung genommen. Während auf den Bahnen bei Berlin Abteilwagen mit durchgehendem Seitengange laufen, sieht man auf den englischen Bahnen nur solche ohne Seitengang. Die Amerikaner bauten bis in die letzte Zeit nur Durchgangswagen mit Türen an den Enden, eine Bauweise, welche auch auf der Berliner Hochbahn Eingang gefunden hat. Diese Anordnung ist für schnelle Übermittelung des stärksten Verkehrs wenig geeignet, es kommt häufig vor, dafs besonders Frauen durch die im Wagen Stehenden am Aussteigen auf der gewünschten Station verhindert werden und weiter fahren müssen. An dem entgegengesetzten Fehler leidet die englische Bauart, da sie die Verteilung der Fahrgäste im Wagen nicht gestattet, wenn während des kurzen Aufenthaltes zum Aufsuchen der Plätze vom Bahnsteige aus keine Zeit blieb. Dazu kommt noch, dafs in einem Wagen ohne Stehplätze in den Gängen weniger Reisende unterzubringen sind, als in solchen mit Gängen, dafs also auf das qm Grundfläche ein reiner Abteilwagen die geringste Zahl Personen aufnimmt, während für die schnelle Bewältigung des Massenverkehres grofse Fassungskraft des einzelnen Wagens unbedingtes Erfordernis ist. Leider gibt es zur Zeit ja noch kein Verkehrsmittel, welches im stande wäre, die Massen ohne Gedränge, Überfüllung und Unbequemlichkeit für die Fahrgäste zu befördern.

Zwischen den reinen Abteil- und den Durchgangswagen in der Mitte stehen die Berliner Stadtbahn- und Vorortwagen mit Seitengang. Sie enthalten eine gröfsere Zahl bequemer Stehplätze und gestatten schnellste Entleerung auf den Haltestellen, bieten dagegen weniger nutzbare Grundfläche, als ein Durchgangswagen, weil sie der aufschlagenden Türen wegen schmal ausgeführt werden müssen. Auch lehrt die Beobachtung, dafs der eine Verbindungsgang weniger benutzt wird, also weniger wirksam ist, wenn er auf der dem Bahnsteige abgewandten Seite liegt.

Die Erkenntnis der grofsen Mängel der eigenen Wagen hat in Amerika nun eine Reihe von Abänderungen veranlafst, die in dem Aufsatze der Zeitung des V. D. E. durchgesprochen werden, und schliefslich zu einer Bauart geführt, welche die Vorzüge der hiesigen und der alten amerikanischen Wagen vereinigt.

Indem man zunächst die Bauart mit Abteilen annahm, diese aber mit Schiebetüren an Stelle von Klapptüren versah, war es möglich, den Wagen soweit zu verbreitern, dafs unter Beibehaltung von vier Sitzplätzen auf einer Bank an jede Wagenlangseite ein Gang gelegt werden konnte. Es entstand dabei die schwierige Frage, wie die vielen Schiebetüren bei der Abfahrt schnell geschlossen werden könnten, da auf die

Hälfte der Fahrgäste hierbei nicht zu rechnen war; aber den Amerikanern, die schon von den Durchgangswagen her gewohnt waren, zur Bedienung der Türen mitfahrende Mannschaft zu stellen, fiel es nicht schwer, das Türschliefsen einem Wagenbediensteten zu überlassen, welcher von einem Wagenende aus mittels einer durchgehenden Verschlufsstange alle Türen auf einmal öffnet oder schliefst. Zur Betätigung der Verschlufsstange wird Druckluft aus dem Hauptluftbehälter verwendet, die einen kleinen Kolben hin und her schiebt. Es sollen zunächst zwei Anordnungen erprobt werden. Die eine bewegt die Türen in beiden Richtungen, die andere schliefst die Türen nur und überläfst das Öffnen den Fahrgästen. Die Durchbildung ist einfach. Die Verschlufsschiene geht oberhalb der Türen durch und trägt für jede eine oder zwei Stellhülsen, welche sich unter Zwischenschaltung einer Feder gegen einen Anschlag am Türrahmen legen. Auf den Einwand, dafs diese Türbewegung durch Maschinenkraft leicht zu Verletzungen führen könnte, ist zu erwidern, dafs unsere Klapptüren mindestens ebenso gefährlich sind. Die Fahrgäste müssen in beiden Fällen auf sich Acht geben. Dagegen ist das Laufen neben dem schon in Fahrt befindlichen Zuge, sowie das Türöffnen, bevor der Zug hält, mit ihren unangenehmen Folgen beseitigt.

Die Bestellerin der neuen Wagen ist die Illinois Centralbahngesellschaft, welche die belebtesten Vorortstrecken bei Chicago betreibt. Sie laufen vorläufig in Dampfzügen, doch hat man der Feuersgefahr spätern elektrischen Betriebes bereits dadurch Rechnung getragen, dafs der Holzfufsboden vom eisernen Untergestelle durch eine 6 mm starke Asbestschicht getrennt wurde. Das Gerippe des Wagenkastens ist entgegen amerikanischer Gewohnheit ganz aus Eisen, und zwar sind die Pfosten der Wände je aus 2 [-Eisen mit nach aufsen und innen gekehrten Schenkeln gebildet, die den Hohlraum für die Schiebetüren zwischen sich lassen. Der Wagenkasten ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen, ist 20 m lang und enthält 12 Abteile, 100 Sitz- und 100 Stehplätze. Gegenüber den älteren Durchgangswagen ist die Zahl der auf 1 m Wagenlänge beförderten Reisenden um 62 % vermehrt. Die Sitzbänke sind aus Holz; die einzelnen Sitze, durch niedrige Brettchen getrennt, sind vorn am Bankrahmen um Gelenke beweglich und stützen sich hinten auf je eine Ringfeder.

Ein Wagen wiegt 36,8 t. R—r.

Tate's beweglicher Stehbolzen.*)

(Railroad Gazette 1904, April, Seite 323. Mit Abb. Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer, 1904, Okt., S. 1349. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 11 auf Tafel X.

Die Kosten eines Stehbolzens werden auf mindestens 4 M. für das Jahr geschätzt, die durchschnittliche Lebensdauer eines festen Stehbolzens beträgt an den am stärksten beanspruchten Stellen der Feuerkiste nur 10 bis 12 Monate. Der bewegliche Stehbolzen soll das Brechen der Stehbolzen und damit die Kosten ihrer Unterhaltung verringern.

Verschiedene Arten beweglicher Stehbolzen haben den Übelstand, dafs Kesselstein und Ausfressungen in kurzer Zeit den Kopf verunstalten, wodurch der Stehbolzen verhindert wird, die gewünschten Bewegungen auszuführen. Der in Abb. 11, Tafel X dargestellte bewegliche Stehbolzen von Tate besteht aus einer Büchse A, der Kappe B und dem mit Kugelkopf versehenen Bolzen C. Die Büchse hat an dem Ende, welches in die Aufsenwand der Feuerkiste geschraubt wird, ein schwach kegelförmiges Gewinde, das am andern Ende der Büchse befindliche Gewinde nimmt die Kappe auf. Wie die Abb. 11, Taf. X zeigt, ist die Büchse auf der Wasserseite etwas erweitert, an dem andern Ende aber zu einem Sitze für den Kugelkopf ausgebildet. Nachdem die Kappe aufgeschraubt, ist der Kugelkopf vollständig eingeschlossen. Um den Stehbolzen in seine richtige Lage bringen zu können, wird er an dem mit Gewinde versehenen Ende etwa 30 mm länger gemacht, als nötig; das in den Feuerraum hineinragende Ende wird vor der Bildung des Kopfes abgeschnitten. Um den Stehbolzen einzusetzen, wird zunächst das Gewinde für die Büchse im Feuerkistenmantel hergestellt. Der Durchmesser dieses Gewindes entspricht dem kleinsten Gewindedurchmesser der Büchse, durch deren schwach kegelförmiges Gewinde ein dampfdichter Schlufs erreicht wird. Die Kappe wird auf die Büchse geschraubt, dann folgt das Einschrauben beider in den Feuerkistenmantel. Durch einen mittels Schraubenschlüssels ausgeübten Ruck wird darauf die Kappe wieder gelöst und nachdem sie entfernt ist, der Bolzen durch die Büchse gesteckt und in die Feuerkisten-Innenwand eingeschraubt. Sobald er in den Feuerraum eingetreten ist, wird er mittels eines Rohrschlüssels so weit angezogen, dafs der Kugelkopf in der Büchse ruht. Nun wird der überschiefsende Teil des Stehbolzens abgeschnitten und unter Verwendung eines den Kugelkopf aufnehmenden Gegenhalters ein Kopf angestaucht. Schliefslich erfolgt das Aufsetzen der Kappe.

Der Stehbolzen, welcher sich bereits über fünf Jahre in Gebrauch befindet und in dieser Zeit starken Beanspruchungen widerstanden hat, wird von der Flannery Bolt Company, Pittsburg, Pa. hergestellt.

*) Vergl. Organ 1900, S. 52 und 212; 1901, S. 61.

Personenwagen-Drehgestell aus Stahlformgufs, Big Four Bahn.

(Railroad Gazette 1904, Juni, XXXVII, S. 16. Mit Abbild.)

Das Drehgestell gleicht in der Bauart den üblichen Holzdrehgestellen, hat 36 t Tragfähigkeit und wiegt 5,9 t. Die Wiege, die Querverbindungen, die Rahmen und Federstützen sind Stahlformgufsstücke; nur unter den Querfedern der Wiege liegt ein Holzbalken, um geräuschlosern Gang des Drehgestelles zu erzielen und kleine Schwingungen des sonst starren Gestelles aufzunehmen. Da nirgend Nietverbindungen, sondern nur Schraubenverbindungen angewandt sind, läfst sich das Ganze leicht auseinander nehmen. P—g.

Signalwesen.

Elektrische Signalvorrichtung an Lokomotiven.

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 bis 10 auf Tafel XIV.

Die Vorrichtung, welche verschiedenen Bahnbeamten im Betriebe vorgeführt ist, hat den Zweck, die bestehenden Vorsignale an der Strecke ohne grofse Kosten durch elektrisch betriebene Sicht- und Hör-Vorrichtungen zu ersetzen oder zu vervollkommnen. Sie besteht aus dem Signalwerke, dem Stromschliefser und der Brücke.

Das Signalwerk befindet sich am Führerstande der Lokomotive. Es besteht aus zwei elektrischen Weckern von verschiedenem Klange und zwei entsprechenden Signalscheiben für »Achtung« und »Halt«. Der Antrieb erfolgt durch auf der Lokomotive untergebrachte Speicher oder Trockenzellen.

Der Stromschliefser (Abb. 6, Taf. XIV) ist unterhalb der Lokomotive, am zweckmäfsigsten an einem Achslager angebracht. Er besteht aus einer kurzen Stange a, welche oben eine Mutter i, unten eine kleine Laufrolle b trägt. Die Stange wird in einem Gehäuse c senkrecht geführt. Sie vermittelt durch verschieden hohes Anheben den Schlufs von zwei elektrischen Leitungen h_1 und h_2 (Abb. 7, Taf. XIV), welche mit dem Führerstande in Verbindung stehen und das Signalwerk betätigen.

Die Brücke (Abb. 5, Taf. XIV) ist an Stelle der bisher üblichen Vorsignale mitten zwischen den Gleisen angeordnet. Sie kann dem zu gebenden Signale entsprechend verschieden hoch eingestellt werden und überträgt diese Bewegung auf die aufschleifende Stromschliefserstange, welche gemäfs der höhern oder tiefern Lage der Brücke gehoben wird. Die Brücke besteht aus drei gelenkig verbundenen T-förmigen Eisen. Die beiden freien Enden der T-Eisen gleiten mittels Kreuzköpfen in Führungen (Abb. 5, Taf. XIV). Unter den Gelenken AA befindet sich je eine Eisenstange, die mit ihrem untern Ende auf einer schiefen Ebene gleitet. Abb. 10, Taf. XIV veranschaulicht die Abwickelung der letztern. Die schiefe Ebene ist an eine Seilscheibe angegossen, welche, wie die bisherigen Vorsignale, durch Drahtzüge vom Stellwerke oder der Station bewegt wird. Die Höhenlage der Brücken zur Schienenoberkante bleibt stets dieselbe, da sie auf den Schwellen ruhen. Die vorspringenden Knaggen D (Abb. 8, Taf. XIV) an der Seilscheibe drücken beim Drehen gegen einen elektrischen Druckknopf E und zeigen durch Läutesignale dem verstellenden Beamten das Arbeiten der Vorrichtung an.

Die Wirkungsweise ist folgende: Soll einem auf der Strecke befindlichen fahrenden Zuge das Signal »Achtung« gegeben werden, so wird durch Seilzug die Brücke hochgestellt. Fährt nun die Lokomotive über die Brücke, so wird die Stromschliefserstange a (Abb. 6, Taf. XIV) an der Lokomotivachse gehoben. Hat die Stange die halbe Höhe erreicht, so berühren die Schleifstücke (Abb. 7, Taf. XIV) die Einsatzstücke h_1 und schliefsen somit die erste elektrische Leitung, die Signalscheibe am Führerstande zeigt »Achtung« an und das entsprechende Läutewerk ertönt so lange, bis der Führer den Strom durch einen am Führerstande angebrachten Ausschalter unterbricht.

Soll das Signal »Halt« gegeben werden, so wird die Brücke auf ihren höchsten Punkt eingestellt, demzufolge erreicht auch die Stromschliefserstange ihre höchste Höhe, und die Schleifstücke s schliefsen durch Berühren der Einsatzstücke h_2 die zweite elektrische Leitung, das andere Läutewerk ertönt und die Signalscheibe zeigt »Halt« an.

Um zu verhindern, dafs die Stromschliefserstange in ihre alte Stellung zurückfällt, wenn die Lokomotive die Brücke verlassen hat, sind im Innern des Gehäuses c zwei Elektromagnete dd (Abb. 6, Taf. XIV) angeordnet, welche durch den ersten elektrischen Strom, der das Signal »Achtung« betätigt, in Wirksamkeit treten und den Anker f so lange festhalten, bis der Führer durch Ausrücken des Ausschalters die Magnete dd stromlos macht. Letztere geben nun den Anker f frei, die Stromschliefserstange sinkt auf die Mutter i zurück und die Vorrichtung ist zu neuer Benutzung bereit. Ebenso werden durch den zweiten elektrischen Strom für das Signal »Halt« zwei andere Elektromagnete ee betätigt, welche den Anker f mit dessen Verlängerungen kk anziehen. Die Wirkungsweise ist dieselbe, wie oben erörtert. Am Ausschalter des Führerstandes ist eine Feder angebracht, welche auch diesen wieder in seine alte Stellung zurückbringt und so, nachdem der Führer den Anker vorher betätigt hatte, das Signal wieder gebrauchsfertig macht. Damit die Stange a mit dem Laufrädchen b bei dem schnellen Auffahren der Lokomotive auf die Brücke nicht in ihre Höchstlage geschleudert wird, ist eine Feder g (Abb. 6, Taf. XIV) am Winkelhebel r eingeschaltet. Zur weitern Befestigung des Stromschliefsers sind zwei Zug- und Druckstangen mm am Gehäuse c angebracht.

Abb. 9, Taf. XIV zeigt die Lagerung der schiefen Ebene und ihres Gehäuses zwischen den Schienen. B.

Elektrische Eisenbahnen.

Einphasen-Wechselstrom-Bahnen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XVI.

Die Gleichstrom-Bahnen, deren Entwickelung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika vom Baue der Strafsenbahn in Richmond durch Sprague im Jahre 1886 an begann, und in Deutschland erst mit den Strafsenbahnen Halle und Bremen 1891 und 1892 einsetzte, waren Mitte der neunziger Jahre bereits auf der Entwicklungstufe angelangt, auf der sie heute noch stehen. Das vergangene Jahrzehnt brachte uns lediglich eine Verfeinerung von Einzelheiten an Triebmaschinen, Reglern, Stromabnehmern, während die Grundform der Bauart selbst unverändert blieb.



Aus den bekannten Schwierigkeiten der Verteilung von Gleichstrom über einen bestimmten Umkreis hinaus, der bei unmittelbarer Verteilung etwa 10 km im Halbmesser beträgt und die darüber hinaus entweder nur mittels Zusatzmaschinen oder Fernbatterien für einzelne, lange Ausläufer möglich ist, oder eine vorherige Erzeugung hochgespannten Drehstromes und dessen Umformung im Bahngebiete in Gleichstrom erforderlich macht, entstand die eigentliche Drehstrombahn, bei welcher ausschliefslich Drehstrom, das heifst dreiphasiger Wechselstrom, Verwendung findet und vom Kraftwerke aus unmittelbar zur Bahnlinie geleitet wird. Macht die Entfernung mit Rücksicht auf den wirtschaftlichen Leitungsquerschnitt Hochspannung erforderlich, so wird diese entweder im Kraftwerke unmittelbar erzeugt, und an der Strecke in ruhenden Abspannern auf Niederspannung gebracht, wie bei der Valtellina-Bahn und Burgdorf-Thun, oder sie wird schon im Kraftwerke selbst aus dem niedriggespannten Maschinenstrome durch Hinaufspannen nach amerikanischer Bauart gewonnen.

Die reinen Drehstrombahnen haben mehr von sich reden gemacht, als der Anzahl ihrer bisherigen Ausführungen entspricht. Während in Nordamerika überhaupt keine Neigung zum Baue solcher Bahnen bestand, obwohl glaubwürdig bestätigte Versuche in den Bauanstalten mit Triebmaschinen dieser Stromart ausgeführt worden sind, sind in Europa nur zwei Bahnbauten mit Drehstrom ausgeführt, die Lokalbahn Burgdorf-Thun und die Valtellina-Bahn. Die erstere wurde 1899 von Brown, Boveri und Co. in Baden, Schweiz, die zweite 1902 von Ganz und Co. in Budapest und Schuckert in Nürnberg fertiggestellt. Kleinere Ausführungen wie in Lugano, Stanstad-Engelberg und die Gornergratbahn seien nur nebenbei erwähnt. Alle übrigen Anlagen blieben Versuchsbahnen, von denen in elektrotechnischer Hinsicht höchstens die Schnellbahn der Studiengesellschaft Beachtung verdient. Von eisenbahntechnischer Seite haften den Drehstrombahnen die Mängel einer schwerfälligen und zu Störungen geneigten, dreifachen oder doppelten Fahrleitung an, in elektrotechnischer Beziehung bilden die geringe Regelungsfähigkeit der Fahrgeschwindigkeit und das damit zusammenhängende geringe Anpassungsvermögen des Kraftverbrauches an die Steigungen Nachteile, die nicht oder nur teilweise unter Hinnahme ungünstiger Bauverhältnisse der Triebwagen zu beseitigen sind.

Man erwartete deshalb seit Aufkommen der Wechselstrom-Triebmaschinen eine mit einphasigem Wechselstrome und mithin einfacher Stromzuführung, sowie unter den bei Gleichstrom-Hauptschlufs-Triebmaschinen gewohnten günstigen Verhältnissen zwischen Zugkraft und Fahrgeschwindigkeit arbeitende Bahn-Triebmaschine und sah die Dreiphasenmaschine nur als Notbehelf an. Während trotzdem von manchen Seiten mit Drehstrom unverdrossen weitergearbeitet und mit ihm die Lösung der Hochspannungsfrage bei Bahnen versucht wurde, brachten andere in den vergangenen Jahren die Frage der einphasigen Wechselstrom-Triebmaschinen der Lösung nahe und erreichten Ergebnisse, die der Ausführung von Betriebsbahnen sehr wohl zu Grunde gelegt werden können.

An dieser Stelle sind zunächst B. G. Lamme von der Westinghouse Co., Winter und Eichberg zu nennen, die zum Teil von den früheren Arbeiten von Thomson, Eickemeyer, Atkinson und anderen ausgehend, brauchbare Triebmaschinen bauten. Den für die Bahntechnik wirksamen Anstofs gab Lamme in seinem Vortrage vom September 1902 im amerikanischen elektrotechnischen Vereine; die dort erwähnte erste mit einphasigem Wechselstrome unmittelbar zu betreibende Bahn Washington-Baltimore kam indes aus wirtschaftlichen Gründen nicht zur Ausführung. Dagegen gelang es der Union E.-G., Berlin, auf der Strecke Niederschöneweide-Spindlersfeld unter Verwendung der Winter-Eichberg-Triebmaschine einen Probebetrieb mit zufriedenstellendem Erfolge einzurichten. Die Aufnahme des vollen elektrischen Betriebes auf dieser Strecke, der somit als der erste mit Einphasen-Wechselstrom-Triebmaschinen anzusehen ist, erfolgte im Juli 1904. Ihm wird der von den Siemens-Schuckert-Werken, Berlin-Nürnberg, einzurichtende gleichartige Betrieb auf der ehemals von Kummer, Dresden, als Drehstrombahn angelegten Strecke Murnau-Oberammergau folgen, bei welchem Triebmaschinen von Ossanna, München, Anwendung finden sollen. Auch von anderer Seite werden Einphasen-Wechselstrom-Maschinen entworfen. Von den mit solchen heute aufgestellten zahlreichen Entwürfen für Vororts- und Hauptbahnen verdient der der Ausführung nahe Entwurf für die Hamburg-Altonaer Vorortbahn an erster Stelle genannt zu werden.

Neben diesen auf der unmittelbaren Verwendung von einphasigem Wechselstrome in den Bahn-Triebmaschinen selbst beruhenden Bauarten ist noch die von Oerlikon wieder ins Leben gerufene Bauart Ward-Leonards zu erwähnen, bei welcher der Einphasenstrom einer auf einer Lokomotive aufgestellten Webselstrom-Gleichlauf-Triebmaschine zugeführt wird, die ihrerseits einen Gleichstrom-Erzeuger treibt. Der von diesem Umformer erzeugte Gleichstrom wird den an den Lokomotivachsen in gewöhnlicher Weise angeordneten Gleichstrom-Triebmaschinen zugeführt.

Wir werden auf alle diese Bauarten demnächst in einer Reihe von Aufsätzen zurückkommen und beschränken uns heute auf die auszugsweise Wiedergabe eines von W. A. Blanck im amerikanischen elektrotechnischen Vereine*) mitgeteilten Vergleiches der Anlagekosten ein und derselben Bahn als Gleichstrom- und Einphasen-Wechselstrombahn.

Da Wechselstrom nur für ausgedehnte Bahnlinien in Betracht kommt, ist als Vergleichsgegenstand eine Zwischenstadtbahn gewählt worden. Diese habe 96,6 km Länge und sei, wie fast alle in Amerika bisher angelegten Bahnen dieser Art, eingleisig. Der in Abb. 5, Taf. XVI dargestellte Fahrplan gibt über die Zugarten und Zugfolge Aufschlufs. Die Züge bestehen aus Einzelwagen. Gewicht, Fahrgeschwindigkeit und Arbeitsverbrauch der Wagen betragen bei den

	Gewicht	Geschwindigkeit	Arbeit
Lokalwagen .	30,5 t	40,25 km/St.	49,0 WSt. für 1 tkm
Expresswagen	35,5 «	70,00 «	67,4 « « 1 «
Güterwagen .	30,5 «	19,30 «	46,0 « « 1 «

*) Sitzungsbericht des Vereines Bd. XXI, Nr. 2.

Das Kraftwerk liege in beiden Fällen in der Mitte der Strecke, bei der Wechselstrombahn wird einphasiger Wechselstrom erzeugt, im Kraftwerke selbst auf 20000 Volt hinaufgespannt und in fünf an der Strecke verteilten Unterstationen mit je einem ruhenden Abspanner von 200 KW auf 3000 Volt, die Linienspannung, abgespannt. Mit dieser Spannung arbeiten die Wagen-Triebmaschinen. Bei der Gleichstrombahn wird im Kraftwerke dreiphasiger Wechselstrom erzeugt, auf 20000 Volt hinaufgespannt und in gleichfalls fünf Unterstationen mit je einem drehenden Umformer von 300 KW in Gleichstrom von 650 Volt verwandelt. Eine der Unterstationen befindet sich in beiden Fällen im Kraftwerke selbst, was sich jedoch durch andere Anordnungen hätte vermeiden lassen. Die Stromverteilung nach der hier angegebenen Art ist in den Abb. 1 bis 4, Taf. XVI dargestellt.

Bei den Gleichstromleitungen wurden 30 % als höchster Spannungsabfall zugelassen. Die Bemessung der Wechselstromfahrleitung erfolgte nach Festigkeit und ergab 6,25 % Spannungsabfall für die zwischen den Unterstationen liegenden Leitungstrecken und 12,5 % für die Endstrecken.

Hieraus ergibt sich, dafs man bei dem Wechselstromentwurfe mit einer geringern Anzahl von Unterstationen ausgekommen wäre, trotzdem wurde die gleiche Anzahl, wie im Gleichstromentwurfe beibehalten, angeblich um die Einheitlichkeit der Grundlage nicht zu stören.

Der nun folgende Kostenvergleich ist überhaupt in allen Teilen zu Gunsten des Gleichstromes zusammengestellt, ergibt aber trotzdem, dafs die Einphasen-Wechselstrom-Bahn um etwa 25 % billiger herzustellen ist, als die Gleichstrombahn; ihre reinen Betriebskosten dürften mindestens nicht höher sein, sodafs sich die Betriebsausgaben im ganzen wegen der geringern Verzinsungs- und Tilgungskosten bei der Wechselstrombahn gleichfalls beträchtlich niedriger stellen.

	Gleichstrom	Wechselstrom
1. Kraftwerk.		
Gebäude und Gründungen, Kohlenspeicher, Schornstein	M. 65100	M. 65100
Kessel, Rohrleitungen, Abdeckungen	„ 81900	„ 81900
Dampfmaschinen	„ 92400	„ 92400
Stromerzeuger, zwei zu je 400 KW.	„ 75600	„ 96600
Erregermaschinen für die Stromerzeuger	„ 4200	„ 4200
Aufspanner, 800 KW.	„ 33600	„ 31500
Schalttafel mit Schaltvorrichtungen	„ 14700	„ 12600
Kabelleitungen	„ 12600	„ 10500
Speisewasserpumpen mit Vorwärmer	„ 6720	„ 6720
Ekonomizer	„ 12600	„ 12600
Mechanische Feuerung	„ 14700	„ 14700
Unvorhergesehenes	„ 18480	„ 18480
	M. 432600	M. 447300
2. Unterstation im Kraftwerke.		
Zusätzliche Gebäulichkeiten	M. 4200	M. 2520
Drehende Umformer, 300 KW.	„ 20160	„ —
Abspanner, 300 und 200 KW.	„ 13440	„ 8400
Schalttafel mit Schaltvorrichtungen	„ 8400	„ 5460
Kabel	„ 4200	„ 2100
Unvorhergesehenes	„ 2520	„ 840
	M. 52920	M. 19320
3. Fernleitungen, 77 km. an den Masten der Fahrleitung.		
Kupfer	M. 42000	M. 48300
Leitungsglocken, Tragarme	„ 31500	„ 21000
Errichtung	„ 16800	„ 12600
Unvorhergesehenes	„ 4200	„ 4200
	M. 94500	M. 86100
4. Unterstationen auf der Strecke.		
Gebäude	M. 8400	M. 4200
Drehende Umformer	„ 20160	„ —
Abspanner	„ 13440	„ 8400
Schalttafel mit Schaltvorrichtungen	„ 8400	„ 5460
Kabel	„ 4200	„ 2100
Unvorhergesehenes	„ 2100	„ 840
	M. 56700	M. 21000
4 Unterstationen wie vorstehend	M. 226800	M. 84000
5. Fahr- und Speiseleitungen.		
3500 Masten, fertig gesetzt	M. 90300	M. 90300
Erdanker, Hängearme	„ 84000	„ 113400
Kupfer	„ 399000	„ 90300
Glocken der Speiseleitung	„ 8400	„ —
Errichtung	„ 42000	„ 16800
Unvorhergesehenes	„ 31500	„ 16800
	M. 655200	M. 327600
6. Schienenbunde.		
Bunde an zwei Schienen	M. 126000	M. —
Bunde an einer Schiene	„ —	„ 63000
Querverbindungen	„ 8400	„ 4200
	M. 134400	M. 67200
7. Betriebsmittel.		
10 Personenwagen für die Lokalzüge mit je vier Triebmaschinen	M. 315000	M. 357000
2 „ für die Schnellzüge	„ 75600	„ 86100
2 Güter- und Gepäckwagen	„ 42000	„ 50400
1 Schneeräumer und Turmwagen	„ 29400	„ 35700
	M. 462000	M. 529200
8. Die ganzen Kosten der Anlagen betragen	M. 2058420	M. 1560720

C. Z.

Technische Litteratur.

Die mechanischen Sicherheitsstellwerke im Betriebe der vereinigten preufsischen u. hessischen Staatseisenbahnen, von S. Scheibner, Regierungs- und Baurat. Berlin 1904. Selbstverlag des Verfassers. Buchhändlerischer Vertrieb durch die Polytechnische Buchhandlung A. Seydel, Berlin W. 8.

Es mufs mit Freude begrüfst werden, wenn ein im Betriebsdienste an leitender Stelle stehender Fachmann noch Zeit und Kraft findet, ein praktisches Handbuch, noch dazu über einen so spröden Gegenstand, wie der vorliegende zu bearbeiten.

Planmäfsig bearbeitete Werke über Stellwerksanlagen sind nicht allzu zahlreich. Die vorzüglichen Arbeiten von

Scholkmann, welcher sich ein weiteres Ziel gesteckt hat und mehr hier urteilend und vergleichend vorgeht, auch von Schubert, der in engerm Rahmen auf die physikalischen Grundlagen in den Kreis seiner mehr lehrhaften Erörterungen einbezogen hat, haben an dieser Stelle eine eingehende Würdigung erfahren*).

Der erste vorliegende Band des auf zwei Bände bemessenen Werkes behandelt die aufserhalb des Stellwerksgebäudes »im Freien« befindlichen Bauteile der Sicherungsanlagen. Der zweite Band soll die »in Gebäuden« untergebrachten Stellwerke mit den Blockwerken zum Gegenstande haben.

Bei dem Zusammenhange dieser beiden Gruppen kann man über die gewählte Einteilung des Gegenstandes verschiedener Meinung sein. Auf Zweckmäfsigkeit für den mit der Unterhaltung und Überwachung betrauten Techniker darf diese Scheidung des Stoffes wohl Anspruch machen. Gewifs wird auf diese Weise auch das Verständnis der ganzen Anlagen erleichtert, indem mit den einfacheren Bauteilen begonnen wird. Allerdings nimmt das Scheibner'sche Werk von einer Beschreibung der allmäligen Entwickelung der einzelnen Bauteile Abstand und will lediglich ein Hilfsmittel bei der Ausführung, Unterhaltung und Überwachung der Sicherungsanlagen bieten. Ein gewisses, nicht nur durch Studium, sondern auch durch Übung im Betriebe erworbenes Mafs von Vorkenntnissen auf dem behandelten Gebiete setzt das Buch ersichtlich voraus. Dies geht auch schon aus der Einleitung hervor, welche sofort in medias res eintritt. So werden einleitend nach einer Begriffsbestimmung der Stellwerke die wesentlichen Forderungen der preufsisch-hessischen Staatseisenbahnverwaltung an die mechanischen Sicherheitsstellwerke kurz zusammengefafst. Die erste Gruppe, das heifst die im Freien befindlichen Bauteile sind in sieben Abschnitten auf 265 Seiten abgehandelt, von denen naturgemäfs der siebente Abschnitt über die Mastsignale mit 96 Seiten den gröfsten Raum einnimmt. Die sechs ersten Abschnitte behandeln die Leitungen auf 51, die Weichenriegel auf 28, die Spitzenverschlüsse auf 56, die Weichenhandschlösser auf 6, die Gleisschutzvorrichtungen auf 15, die Fühl- oder Sperrschienen und Zeitverschlüsse auf 13 Seiten. 174 Abbildungen bilden einen wertvollen Bestandteil des Buches.

Die Grundlage für die Stoffbearbeitung und seine Gliederung bilden die besonderen Bedingungen für die Lieferung und Aufstellung von Weichen- und Signalstellwerken.

Von einer vergleichenden Beurteilung der einzelnen Anordnungen der verschiedenen Signalbauanstalten ist abgesehen, was sich mit Rücksicht auf den ausgesprochenen Zweck des Buches rechtfertigt.

Bei jedem Abschnitte geht jedoch der Besprechung der einzelnen Bauweisen eine allgemeine Erörterung des Zweckes und der Anordnung des betreffenden Stellwerksteiles voraus, welche den Anforderungen der Vorschriften an Bau- und Wirkungsweise zum Gegenstande hat. Aber auch bei Vorführung der einzelnen Bauweisen sind auf Erfahrung beruhende, wertvolle Bemerkungen hinsichtlich der Vorzüge und Nachteile der betreffenden Bauart für Betrieb und Unterhaltung eingeflochten.

Der wichtige Abschnitt über Spitzenverschlüsse ist ebenso, wie der über Mastsignale eingehend bearbeitet, während die nicht unwichtigen Handverschlüsse wohl etwas zu kurz gekommen sind. Bei den Spitzenverschlüssen ist unter den Weichensignal-Stellvorrichtungen neben den Jüdel'schen Bauarten der »Präzisions«-Weichensignalantrieb von C. Stahmer behandelt. Der Besprechung der Antriebvorrichtungen der Mast- und Vorsignale sind besonders schöne Darstellungen der Hubbügel beigegeben, wie überhaupt die Abbildungen bis auf wenige Ausnahmen als klar und die Ausstattung des Buches als gut bezeichnet werden müssen.

Das Buch wird dem Betriebs-Bahnunterhaltungstechniker jeden Grades für die Ausübung des Dienstes und die Weiterbildung gute Dienste leisten.

Ein baldiges Erscheinen des zweiten Bandes mit dem in Aussicht gestellten wichtigen Anhange mit Winken über die Unterhaltung wird man in den beteiligten Fachkreisen nur wünschen können. W—e.

*) S. Organ 1900, S. 292; 1901, S. 133; 1903, S. 92 und 112.

Technisches von der Albulabahn. I. Die neuen Linien der Rhätischen Bahn von Oberingenieur F. C. S. Hennings, Professor am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich. II. Die gewölbten Brücken der Albulabahn, bearbeitet von der Redaktion der Schweizerischen Bauzeitung. Zürich, A. Raustein, 1904.

Diese Darstellung des neuesten und wohl grofsartigsten Werkes der Kunst der Erbauung von Bergbahnen in Wort, Bild und Zeichnung verdient besondere Beachtung, zunächst in Anbetracht des hervorragend bedeutungsvollen Stoffes als wertvolle Grundlage ähnlicher Unternehmungen, dann auch durch die Gediegenheit der Darstellung durch die als bewährt bekannten Verfasser und die vortreffliche Ausstattung, die namentlich ein klares Bild von der überaus verwickelten Liniengestaltung in den Entwickelungsstrecken gibt.

Biegeversuche mit gewalzten und mit genieteten Trägern, unter besonderer Berücksichtigung der Grey-Träger*). Von Prof. F. Schüle in Zürich. Sonder-Abdruck aus der »Schweizerischen Bauzeitung«.

*) Vergl. Organ 1905, S. 27.

Für die Redaction verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Inhalt des dritten Heftes, März 1905.

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band. 3. Heft. 1905.

Neuere Fortschritte im Lokomotivbau.

Die neuen 2/5 und 3/5 gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven der bayerischen Staatseisenbahnen.



Von **E. Weifs**, Regierungsdirektor zu München.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XVII bis XX.

I. Verlangte Leistung, allgemeine Anordnung und Hauptmafse.

Bei der fortschreitenden Entwickelung des Schnellzugverkehrs und der hierdurch bedingten Vergröfserung der Geschwindigkeiten und Zuglasten auf den meist sehr ungünstige Neigungsverhältnisse aufweisenden bayerischen Durchgangslinien treten jetzt Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven heran, denen die älteren bayerischen Schnellzuglokomotiven wegen ihrer unzureichenden Kesselabmessungen nicht mehr voll gewachsen sind.

Die bayerische Staatsbahnverwaltung hat deshalb nach ihren Entwürfen durch die Lokomotiv-Bauanstalt J. A. Maffei in München eine Reihe neuer, besonders leistungsfähiger Lokomotiven herstellen lassen, deren Bauart allgemeine Beachtung verdienen dürfte.

Für die Feststellung der neuen Lokomotivgattungen waren folgende Richtpunkte gegeben.

Schnellzüge von 300 t Wagengewicht müssen auf der Flachlandbahn mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 100 km/Std. und auf langen Steigungen von 10 ‰ bis 11 ‰ dauernd mit einer Geschwindigkeit von 60 km/Std. befördert werden können. Da diese Züge häufig anhalten, so ist auf rasches Anfahren und Beschleunigen besonderen Wert zu legen.

Aufser diesen schweren Schnellzügen kommen noch Luxus- und D-Züge in Betracht, die bei einem mittleren Wagengewichte von 230 t auf Flachlandbahnen mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 120 km/Std. und auf Steigungen von 10 ‰ mit 70 km/Std. gefahren werden sollen.

Bei diesen Leistungen mufste in beiden Fällen mit einem ungefähren Lokomotivgewichte von 70 t, und wegen der für mindestens 200 km lange Strecken zu bemessenden Vorräte mit einem Tendergewichte von etwa 50 t gerechnet werden.

Danach war für die schweren Schnellzüge ein Gewicht von

$$300\,t + 70\,t + 50\,t = 420\,t$$

und für die leichteren

$$230\,t + 70\,t + 50\,t = 350\,t$$ anzunehmen.

Für die Zugkräfte und Leistungen ergaben sich den verschiedenen Anforderungen gemäfs nachstehende Werte:

Ganzes Gewicht des Zuges	Geschwindigkeit km/St.	Steigung ‰	Zugkraft kg	Leistung P.S.
420	60	10	6000	1330
420	100	0	3250	1200
350	70	10	5260	1360
350	120	0	3100	1380

Wie die letzte Spalte zeigt, ist die Beanspruchung der Kessel in allen Fällen annähernd gleich, die Zugkraft aber im ersten Falle so grofs, dafs zur Erlangung des nötigen Reibungsgewichtes drei Triebachsen erforderlich werden.

In den Fällen 3 und 4, die sich auf die Beförderung der leichteren, schneller fahrenden Züge beziehen, reichen dagegen zwei angetriebene Achsen zu je 16 t aus.

Die Kessel bedürfen entsprechend der hohen Leistung einer feuerberührten Heizfläche von etwa 200 qm; das Kesselgewicht wird daher so grofs, dafs es zur Vermeidung unzulässiger Raddrücke auf fünf Achsen verteilt werden mufs.

Auf Grund vorstehender Betrachtungen wurde beschlossen, einen Teil der neuen Schnellzuglokomotiven 3/5 gekuppelt, den andern Teil 2/5 gekuppelt auszuführen.

Rücksichten auf den Betrieb und die Unterhaltung liefsen es angezeigt erscheinen, die Einzelteile der zwei Lokomotivgattungen möglichst gleich zu gestalten. Die Bedingungen hierfür lagen günstig, denn nach dem obigen war für beide Gattungen derselbe Kessel erforderlich; zudem liefs sich auch die Verwendung gleicher Zylinder und Triebwerke ohne weiteres ermöglichen, da bei der 2/5 gekuppelten Lokomotive die gröfsere Geschwindigkeit bei kleinerer Zugkraft einfach durch Verwendung gröfserer Triebräder erzielt werden konnte.

In Bezug auf die sonstige Bauart der Lokomotiven ist folgendes zu bemerken.

Die schon seit mehreren Jahren in Bayern für Schnell-



zuglokomotiven eingeführte Vierzylinder-Verbund-Bauart wurde ihrer bekannten Vorzüge halber beibehalten. Von der bisher üblichen Anordnung ist man jedoch wegen der inzwischen gemachten Erfahrungen abgegangen.

Die ältere 3/5 gekuppelte Vierzylinder-Schnellzuglokomotive der Klasse Cv*) hat zwei Triebachsen und eine Kuppelachse; die Niederdruckzylinder befinden sich aufsen hinter der Rauchkammer und den innen liegenden Hochdruckzylindern; die Dampfverteilung wird durch zwei innere und zwei äufsere, von einander unabhängige Steuerungen bewirkt.

Diese Anordnung, die gewisse Vorzüge hat, bedingt aber zwischen den Niederdruckzylindern eine sehr kräftige, kastenartige Rahmenversteifung, die das Lokomotivgewicht in unerwünschter Weise vermehrt und das innen liegende, zum Teil schon durch die Steuerung der Hochdruckzylinder verdeckte Triebwerk fast vollständig unsichtbar und unzugänglich macht.

Aufserdem ist bei derartigen Lokomotiven, wenn sie viel mit gröfseren Füllungen und höheren Zylinderdrücken fahren müssen, ein Lockern der Rahmennieten und Zylinderverbindungsrohre unausbleiblich.

Bei den neuen Lokomotiven sind deshalb Hoch- und Niederdruckzylinder nicht hinter, sondern neben einander unter die Rauchkammer gelegt, wodurch eine einfache und gute Befestigung der Zylinder erzielt und die schwere Rahmenversteifung entbehrlich wurde.

Von den mannigfachen sonstigen Vorteilen der gewählten Anordnung sind besonders hervorzuheben: die hier mögliche Vereinfachung der Steuerung und der Wegfall langer Verbinderrohre zwischen Hoch- und Niederdruckzylindern.

Die Niederdruckzylinder liegen aufsen, die Hochdruckzylinder innen zwischen den Rahmen.

Alle Zylinder haben Kolbenschieber. Daher konnten die bei Flachschiebern nötigen vielteiligen Entlastungsvorrichtungen wegfallen, gleichzeitig liefs sich eine Verminderung der Reibungsarbeit und eine Verringerung der zeitraubenden und kostspieligen Nachhülfen an den Schiebern und Schieberspiegeln erreichen. Die Niederdruckzylinder und ihre Kolbenschieber sind zur Vermeidung von Druckverlusten mit doppelter Ein- und Ausströmung versehen.

Die vier Triebwerke wirken auf die erste Triebachse. Die beiden Kurbeln der zusammengehörigen Hoch- und Niederdruckzylinder sind um 180° versetzt.

Die Hoch- und Niederdruckzylinder jeder Seite haben eine gemeinsame, aufsen liegende Heusinger-Steuerung und arbeiten deshalb nahezu mit gleicher Füllung.

Die neuen Lokomotiven haben geschmiedete Barrenrahmen erhalten; das ganze Triebwerk liegt daher frei und übersichtlich und ist leicht zugänglich, das Aussehen der Lokomotiven ist dadurch ein sehr gefälliges. (Textabb. 1 und 2.)

Abb. 1.

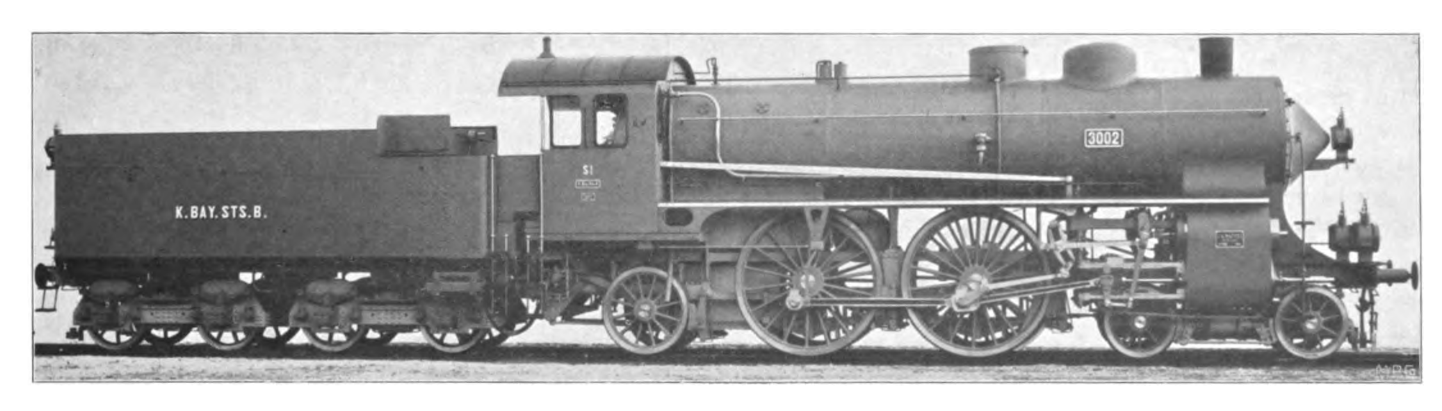
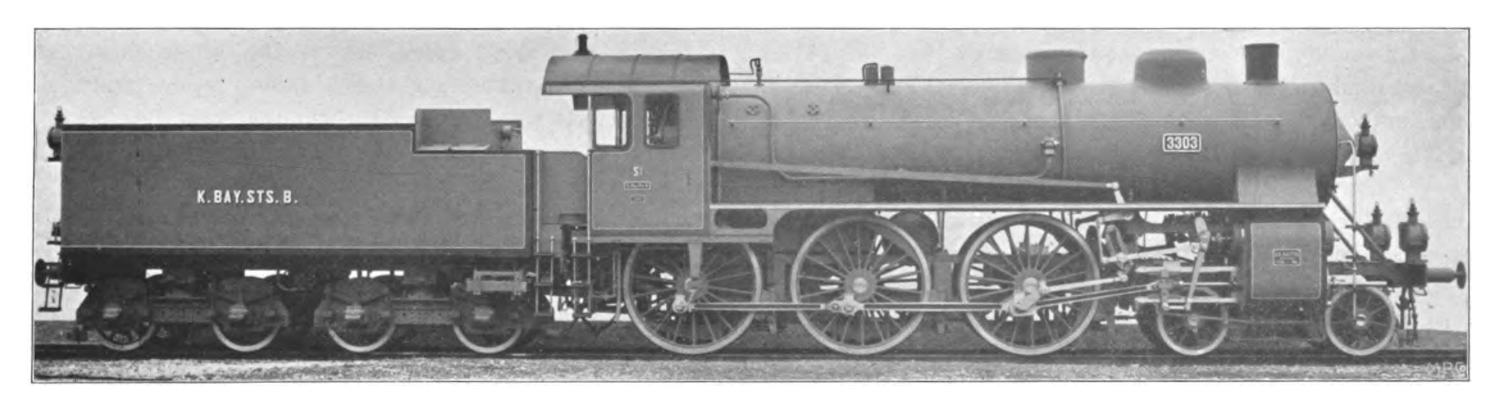


Abb. 2.



Als besondere Vorzüge der Barrenrahmen sind noch hervorzuheben:

1. die geringe Zahl von Nieten und Schrauben,
2. ihre allseitig genau bearbeiteten Flächen, die gestatten, Lagerbacken und sonstige am Rahmen anzubringende Teile fertig in Vorrat zu halten und ohne besondere Nacharbeit auszuwechseln,
3. die Gewichtsersparnis gegenüber Blechrahmen, wodurch

*) Organ 1900, S. 185.



die Möglichkeit geboten ist, den Kessel gröfser und leistungsfähiger zu machen.

Der feste Achsstand ist für beide Lokomotivgattungen auf 4,5 m festgesetzt worden; bei der 2/5 gekuppelten Bauart tritt an Stelle der hinteren Kuppelachse der 3/5 gekuppelten eine fest gelagerte Laufachse.

Die zweiachsigen um einen Mittelzapfen drehbaren Vordergestelle der Lokomotiven sind für beide Gattungen gleich angenommen und besitzen entsprechende Seitenverschiebung. Der durch die verschiedenen Triebraddurchmesser sich ergebende Unterschied in der Höhenlage der Zylinder ist durch ein unter diesen eingeschobenes Zwischenstück ausgeglichen.

Die Hauptverhältnisse der beiden in Abb. 1, Taf. XVIII und Abb. 1, Taf. XX in Übersicht dargestellten Lokomotiven und ihrer Tender sind die folgenden:

Lokomotive:		3/5	2/5
Durchmesser der Hochdruckzylinder	mm	340	340
« « Niederdruckzylinder	«	570	570
Hub der Kolben	«	640	640
Verhältnis der Zylinderräume		1 : 2,81	1 : 2,81
Triebraddurchmesser	mm	1870	2000
Durchmesser der Vordergestellräder	«	950	950
« des hinteren Laufrades	«	—	1206
Fester Achsstand der Lokomotive	«	4500	4500
Achsstand des Vordergestells	«	2200	2200
Gröfster Achsstand der Lokomotive	«	8850	8850
Dampfüberdruck	at	16	16
Mittlerer Kesseldurchmesser im Lichten	mm	1577	1577
Blechstärke des Rundkessels	«	17,5	17,5
Anzahl der Heizrohre mit Ankerrohren		283	283
Äufserer Durchmesser der Heizrohre	mm	52	52
Innerer « « «	«	47,5	47,5
Länge der Heizrohre	«	4550	4550
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	qm	14,5	14,5
Feuerberührte Heizfläche der Heizrohre	«	191	191
Ganze feuerberührte Heizfläche H	«	205,5	205,5
« wasserberührte «	«	224	224
Rostfläche R	«	3,28	3,28
Verhältnis H : R		62,7 : 1	62,7 : 1
Höhe des Kesselmittels über S.O.	mm	2800	2865
Gröfste Länge der Lokomotive	«	11780	11780
« Breite « «	«	3100	3100
« Höhe « « mit Schornstein	«	4505	4570
Gröfste Höhe der Lokomotive ohne Schornstein	«	4180	4245
Leergewicht der Lokomotive	t	62,2	61,6
Dienstgewicht G der Lokomotive	«	68,6	68
Reibungsgewicht G_1 der Lokomotive	«	45,6	32
Gröfster Achsdruck der Lokomotive	«	15,2	16
Zugkraft im ganzen Z	kg	7120	6650
Zugkraft für 1 qm feuerberührter Heizfläche Z : H	«	34,6	32,3
Zugkraft für 1 t Dienstgewicht Z : G	«	104	98
« « 1 t Reibungsgewicht Z : G_1	«	156	208

Tender:			
Achsenzahl		4	4
Durchmesser der Räder	mm	1006	1006
Achsstand der Drehgestelle	«	1750	1750
Abstand der Drehzapfenmitten	«	3350	3350
Gröfster Achsstand des Tenders	«	5100	5100
Gröfste Länge « «	«	7447	7447
« Breite « «	«	3120	3120
Wasserraum	cbm	22	22
Heizstoff	t	6	6
Leergewicht des Tenders	«	22	22
Dienstgewicht des Tenders	«	50	50
Gröfster Achsdruck des Tenders	«	12,6	12,6
Ganzer Achsstand von Lokomotive und Tender	mm	16712	16712
Ganze Länge von Lokomotive und Tender	«	19227	19227

II. Erläuterung der hauptsächlichsten Bestandteile.

a) Kessel.

Da der Feuerkasten der 3/5 gekuppelten Lokomotive nicht aus dem Bereiche der hinteren Kuppelräder gebracht werden konnte, so war seine Breite durch den lichten Abstand der Räder gegeben; für die 2/5 gekuppelte Bauart wurde der gleiche Feuerkasten beibehalten, weil sonst Länge und Achsstand wesentlich hätten vergröfsert werden müssen.

Der äufsere Teil des Feuerkastens ist aus Flufseisen, der innere, die eigentliche Feuerbüchse, aus Kupfer hergestellt.

Der Feuerbüchsrahmen ruht mittels angeschmiedeter Stollen und Bronzezwischenlagen unmittelbar auf dem Barrenrahmen; daher sind weder Schrauben noch Stehbolzen beim Tragen des Kessels in Mitleidenschaft gezogen. Gegen Aufwärtsbewegung ist der Kessel durch hakenförmige Laschen gesichert, die in eine entsprechende Nut der Stollen eingreifen.

Der äufsere Feuerkasten hat die übliche Bauart mit runder Decke. Der äufsere und der innere Mantel der Feuerkiste sind je aus einem Bleche gebogen. Die Rückseite des Feuerkastens ist nach vorn geneigt. Die Verbindung der inneren und äufseren Feuerkastenwände ist in üblicher Art an den Seiten mit kupfernen, an der Decke mit eisernen Stehbolzen durchgeführt.

Die Versteifung der eisernen Feuerkastenrückwand wurde nicht durch Stehbleche, sondern durch geschmiedete Längsanker bewerkstelligt, um das freie Aufsteigen der Dampfblasen über der innern Feuerbüchsdecke nicht zu behindern.

Der Rundkessel mit 1577 mm mittlerm lichtem Durchmesser besteht aus drei Schüssen; auf dem vordern ist der Dom angebracht. Die Längsnähte haben dreifache Laschennietung, die bei einer Blechstärke von 17,5 mm an der schwächsten Stelle noch 4,2 fache Sicherheit ergibt. Die Quernähte des äufsern Feuerskastens und des Rundkessels sind doppelreihig; die vordere Rohrwand und die Rauchkammer sind einreihig genietet.

Unter der Feuerbüchse ist ein mehrteiliger Aschenkasten mit zwei vom Führerstande aus beweglichen Klappen und

einem Bodenschieber zur Erleichterung der Entfernung der Asche angebracht.

Der gufseiserne, kegelförmige Schornstein wurde zum Zwecke der Verminderung der ganzen Höhe der Lokomotive mit einem annehmbaren Stutzen versehen.

Der wagerecht liegende Rost besteht aus drei Lagen Hartgufsstäben in gewöhnlicher Anordnung.

Die Kessel besitzen folgende Ausrüstungsteile:

1 Wasserstandsglas mit Ventilverschlufs,
3 Probeventile,
1 Spannungsmesser,
1 Dampfpfeife,
2 Dampfventile für die Speisevorrichtungen,
1 Westinghouse-Pumpenventil,
1 Bläserventil,
1 Dampfheizungsventil,
1 Dampfventil für die Zylinder-Schmiervorrichtung,
2 Speiseventile,
1 Kesselablafshahn,
1 Doppelsicherheitsventil, das als Hochhubventil ausgebildet ist,
2 saugende ansaugende Strahlpumpen Nr. 10 von Friedmann innerhalb des Führerhauses am Kessel angebracht,
1 Regler als Doppelsitzventil ausgebildet nebst Zug und Zahnbogen, um das Ventil in jeder Lage festhalten zu können.

Hähne sind bei Ausrüstung des Kessels möglichst vermieden.

Der Kessel und die Rauchkammer sind mit Blech verkleidet; bei einigen Lokomotiven der 2/5 gekuppelten Gattung ist der Kessel versuchsweise auch mit Blauasbest umhüllt worden.

b) Rahmen.

Der Barrenrahmen ist aus doppelt geschweifstem Paketeisen geschmiedet und zwar in der Weise, dafs die Achsgabelstücke aus einem Stücke hergestellt und die wenigen Schweifsstellen in die geraden, wenig beanspruchten Teile zu liegen kommen.

Nach dem Schweifsen wurde der ganze Rahmen im Flammofen ausgeglüht, um etwaige Spannungen zu beseitigen.

Das vordere Ende des Rahmens, an dem die Zylinder befestigt sind, besteht aus einem Stücke, das zwischen Zylinder und Triebachse mit dem Hinterrahmen sehr sicher verschraubt ist.

Die Verbindung der linken und rechten Rahmenteile erfolgt vorn durch die Hochdruckzylinder und eine Anzahl Querstücke, auf denen der Kessel befestigt ist und hinten durch den Kuppelkasten und zwei unter der Feuerbüchse liegende Stahlgufsträger, die zugleich die seitliche Führung des Feuerkastens bilden.

Der vordere Teil des Rahmens trägt einen aus Blech geprefsten Bufferbalken von ⊏-Querschnitt. Da der über die Zylinder nach vorn hinausragende Teil des Rahmens nur ein geringes Widerstandsmoment besitzt, wurde der Bufferbalken gegen die Rauchkammer der 3/5 gekuppelten Bauart durch zwei Streben und bei der 2/5 gekuppelten durch senkrecht angeordnete Bleche abgestützt.

Bei der gewählten Art der Lagerung der Feuerbüchse auf dem Rahmen ist dessen Verbiegung beim Heben der Lokomotive ohne Achsgabelverbindungen ausgeschlossen.

Das zweiachsige Vordergestell hat Blechrahmen und ist um einen Mittelzapfen drehbar; es besitzt so viel Seitenverschiebung, dafs die Lokomotive auch Krümmungen von 180 m Halbmesser noch anstandslos durchfahren kann. Die Rückführung des Gestelles in die Mittellage erfolgt durch eine Doppelblattfeder. Die Lagerung der Lokomotive auf dem Vordergestelle wird durch Gleitstücke mit Kugellagerung vermittelt.

c) Achsbüchsen, Lager und Federn.

Die Achsbüchsen für die Trieb- und Kuppelräder haben unten liegende Federn; die Lagerschalen sind aus Bronze und mit Weifsmetall ausgegossen.

Die gufseisernen, ⊏-förmig ausgebildeten Lagerbacken sind an den Rahmen angeschraubt. Ihre senkrechte Mittelebene fällt mit der des Rahmens zusammen. Die Stellkeile sind aus Schweifseisen und eingesetzt.

Zwischen Trieb- und Kuppelachse ist auf jeder Seite ein Hebel angeordnet, durch welchen die Spannung der Tragfedern ausgeglichen wird.

d) Zylinder.

Die innerhalb des Rahmens liegenden Hochdruckzylinder sind mit den Steuerkolbengehäusen und dem Tragsattel des Kessels ausl einem Stücke gegossen und durch Schrauben und Keil mit dem Rahmen verbunden.

Die aufsen liegenden Niederdruckzylinder sind mit den Hochdruckzylindern verschraubt. Diese Anordnung hat den Vorzug, dafs bei einer Beschädigung der weniger geschützten Niederdruckzylinder nur diese zu ersetzen sind, während bei Zusammengiefsen von Hoch- und Niederdruckzylindern beide erneuert werden müssen.

Wegen der Versetzung der Kurbeln um 180° hat der Hochdruckzylinder innere, der Niederdruckzylinder äufsere Einströmung. Für die Laufflächen der Kolbenschieber sind besondere Büchsen aus hartem und zähem Gufseisen eingesetzt.

Die Zylinder haben an allen Deckeln Sicherheitsventile. Die Hochdruckdampfkammer und der Verbinderraum sind mit Luftsaugeventilen versehen, aufserdem sind diese beiden Räume durch ein Überströmrohr, in dem ein Drehschieber sitzt, mit einander verbunden; letzterer wird von der Steuerwelle selbsttätig eingestellt und zwar in der Weise, dafs bei einer Füllung im Hochdruckzylinder von 70 % und darüber Frischdampf in den Niederdruckzylinder gelangt.

e) Triebwerk.

Die aus Stahlgufs hergestellten Kolben sind beim Hochdruckzylinder einseitig, beim Niedruckzylinder doppelseitig geführt. Die gufseisernen Kolbenringe sind in die Kolbenkörper eingesprengt.

Die Kreuzköpfe, deren Sohlen mit Weifsmetall ausgegossen sind, laufen in je zwei Schienen aus hartem Siemens-Martin-Stahle.

Die Kurbelstangen haben geschlossene, nachstellbare Köpfe,

die Kuppelstangen dagegen geschlossene Köpfe mit nicht nachstellbaren Bronzebüchsen.

Die Kurbel- und Kuppelzapfen sind von Siemens-Martin-Flufseisen und an den Laufflächen gehärtet.

Die gekröpfte Triebachse ist aus Nickelstahl, die Kuppel- und die Laufachsen sind aus Siemens-Martin-Stahl hergestellt.

Die aus Stahlgufs angefertigten Radsterne haben Gegengewichte nur für die drehenden Massen.

Die aufsenliegende Heusinger-Steuerung ist mit fliegender Schlitzschwinge ausgeführt. Die Bewegung der Steuerung wird übertragen auf eine vor den Zylindern liegende Welle, deren Hebel mit den Schieberstangen durch Gelenke verbunden sind.

Die Umsteuerung erfolgt durch Schraube und Handrad.

f) Bremse.

Alle Achsen der Lokomotive können gebremst werden und zwar die Trieb- und Kuppelachsen, bei der 2/5 gekuppelten Gattung auch die hintere Laufachse, gemeinschaftlich durch einen hinter der Feuerbüchse liegenden Westinghouse-Bremszylinder, und die Achsen des Vordergestelles durch zwei an den Seiten zwischen den Rädern angeordnete Doppelzylinder, deren Kolbenstangen mit Gelenken an den Bremshängeeisen angreifen.

Das Hebelwerk der Bremse ist für Druckausgleich ausgeführt.

g) Ausstattung.

Die Lokomotiven sind noch versehen mit Geschwindigkeitsmesser nach Haufshälter, Sandstreuvorrichtung, Dampfdruck-Minderungsventil für die Heizung, de Limonscher Schmiervorrichtung für die Zylinder, Laternen, Zug- nnd Stofsvorrichtung nach den Vorschriften der bayerischen Staatseisenbahnen.

III. Tender.

Die vierachsigen Tender der beiden Lokomotivgattungen haben die übliche und gleiche Ausführung; sie unterscheiden sich von dem Tender der älteren bayerischen Schnellzuglokomotiven der Klasse Cv nur durch das gröfsere Fassungsvermögen des Wasserraumes, das bei ihnen 22 cbm, bei den Cv-Tendern nur 21 cbm beträgt.

Von der 2/5 gekuppelten Gattung sind jetzt zehn und von der 3/5 gekuppelten dreizehn in regelmäfsigem Dienste, fünfzehn der 3/5 gekuppelten sind im Bau begriffen.

Die Lokomotiven haben den auf sie gesetzten Erwartungen bisher nach jeder Richtung vollständig entsprochen.

Eine Mitteilung über die Leistungsfähigkeit und den wirtschaftlichen Wert der neuen Lokomotiven wird demnächst folgen.

Über die zweckentsprechende Genauigkeit der Höhendarstellung in topographischen Plänen und Karten für allgemeine Eisenbahn-Vorarbeiten.

Von Dr. **C. Koppe**, Geheimer Hofrat und Professor in Braunschweig.

Seit einer längern Reihe von Jahren bin ich bestrebt gewesen, eine Klarlegung der Frage herbeizuführen: »Welche Anforderungen stellt der Bauingenieur aus technischen Gründen an die Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien in einer topographischen Landeskarte im Mafsstabe 1:10000?« Die Ergebnisse, zu denen ich nun gelangt bin, dürften hinreichend allgemeine Bedeutung haben, um ihre etwas eingehendere Mitteilung gerechtfertigt erscheinen zu lassen.

Nach 1870 bearbeitete ich für die damalige »Rheinische Eisenbahn« zum ersten Male Schichtenpläne für allgemeine Vorarbeiten mit Hülfe von Aneroidbarometern auf der Grundlage von Flurkarten im Mafsstabe 1:2500 und unter Leitung der Vorarbeiten durch den Abteilungsbaumeister Richard*). Der mittlere Fehler einer solchen Höhenbestimmung ergab sich zu $\pm$ 1,5 m, welcher Wert durch spätere Erfahrungen allgemeine Bestätigung fand. Mitte der siebenziger Jahre übernahm Abteilungs-Baumeister Gelbcke die Leitung der Vorarbeiten bei der Rheinischen Eisenbahn, die dann eine sehr grofse Ausdehnung erhielten und von ihm nahezu zwei Jahrzehnte hindurch in den Gebirgen des Rheinlandes und Westfalens, namentlich in der Eifel und dem Hunsrück vorgenommen wurden. Zahlreiche Bahnlinien sind nach seinen allgemeinen Entwürfen im einzelnen bearbeitet und gebaut worden. Der Erfolg in Hinsicht auf die allgemeinen Entwürfe und Kostenvoranschläge war durchweg ein sehr günstiger. Gelbcke sagt in der von ihm für die Rheinische Eisenbahn auf der Grundlage seiner langjährigen Erfahrungen verfafsten »Anleitung zur Ausführung von Land-Messungen für allgemeine Eisenbahn-Vorarbeiten im Hügellande und Gebirge mit vorzugsweiser Benutzung des Aneroid-Barometers«, Köln, 1890, auf S. 23: »Ein in dieser Weise ausgeführter Schichtenplan im Mafsstabe 1:2500 bildet eine vorzügliche Unterlage für die Bearbeitung eines allgemeinen Entwurfes und für die Berechnung der Baukosten einer Eisenbahnanlage.« Den nämlichen Ausdruck gebraucht Gelbcke in einer Abhandlung: »Wie macht man Eisenbahn-Vorarbeiten?«*), welche später auf dem internationalen Ingenieur-Kongresse zu Chicago von hervorragenden Fachmännern eingehender besprochen wurde.

Wenn es sich erreichen liefs, die Genauigkeit der Höhendarstellung durch Schichtenlinien in den von Gelbcke mit so günstigem Erfolge zu allgemeinen Vorarbeiten benutzten Plänen nachträglich festzustellen, so war dadurch ein zuverlässiges Ergebnis in Hinsicht auf eine zweckentsprechende Genauigkeit solcher Pläne auf Grund unmittelbarer Erfahrung gewonnen. Ich wandte mich daher mit einer diesbezüglichen Bitte an die Eisenbahn-Direktion Köln um leihweise Überlassung der nötigen Unterlagen an Höhenschichten-Plänen und Nivellements zu den

*) „Vorarbeiten für Eisenbahnen", Richard, Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Genauigkeit der barometrischen Messung, Koppe, Zeitschrift für Vermessungswesen 1874, S. 1.

*) Süddeutsche Bauzeitung 1894.

vorerwähnten Untersuchungen und erhielt durch das freundliche Entgegenkommen des Geheimen Oberbaurates Jungbecker in Köln und durch seine gütige Vermittelung auch aus Saarbrücken von beiden Eisenbahn-Direktionen die Genehmigung, dafs die gewünschten Pläne unserer Technischen Hochschule zu den beabsichtigten Genauigkeits-Untersuchungen leihweise überlassen wurden. Baudirektor Gelbcke bezeichnete mir als zu den Genauigkeits-Untersuchungen in erster Linie geeignete Vorarbeiten und Pläne diejenigen für die im Betriebe befindlichen Bahnstrecken: Aachen-St. Vith-Prümm in der Eifel, Langenlonsheim-Simmern im Hunsrück und für die Ahrtal-Bahn. Da seit der Ausführung der Vorarbeiten für diese Linien einschneidende Änderungen in den Bezirken der Eisenbahn-Direktionen und mehrfache Umzüge in andere Dienstgebäude stattgefunden hatten, so war es sehr schwierig, die erforderlichen Pläne in hinreichender Vollständigkeit aufzufinden. In Bezug auf die Ahrtal-Bahn war dies bis jetzt nicht möglich von den beiden anderen Linien aber gelang es durch das freundliche Entgegenkommen der Beamten, die Pläne wenigstens insoweit wieder aufzufinden, dafs eine Genauigkeitsbestimmung in gröfserer Ausdehnung vorgenommen werden konnte.

Zunächst mufste die Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien in den Plänen im Mafsstabe 1 : 1000, welche zu den ausführlichen Vorarbeiten gedient hatten, bestimmt werden. Die nach den Plänen ermittelte und in sie eingezeichnete Linie war in die Natur übertragen und genau einnivelliert worden. Dieses unmittelbare Nivellement ergab die Höhen der Längenteilpunkte bis auf wenige Zentimeter genau, während die Höhen derselben Punkte nach den Schichtenlinien der Sonderpläne durch Zwischenrechnung zwischen den Linien von 1 m Höhenabstand bis auf einzelne Dezimeter abgeleitet werden konnten. Die Abweichungen der aus den Plänen berechneten Höhen von den unmittelbar gemessenen für dieselben Punkte waren überraschend gering, denn von 293 Vergleichungen ergaben 193 nur Abweichungen bis zu $\pm 0,1$ m; 51 bis zu $\pm 0,2$ m; 21 bis zu $\pm 0,3$ m; 18 bis zu $\pm 0,4$ und 10 von $\pm 0,5$ m bis zu $\pm 0,9$ m, sodafs die mittlere Abweichung nur rund $\pm 0,2$ m beträgt. Diese Sonderpläne waren teils tachymetrisch, teils auch mit Querschnitten aufgenommen und enthielten in den steileren Geländeteilen mehr als 10 000 eingemessene Höhenpunkte auf das qkm, woraus sich die grofse Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien erklärt.

Die auf Grundlage von Flurkarten-Abzeichnungen, die in der Gröfse von Whatmann-Bogen einheitlich im Mafsstabe von 1 : 2500 zusammengefügt waren, barometrisch bearbeiteten Übersichtspläne enthielten auf 1 qkm 100 bis 150 eingemessene Höhenpunkte und nach diesen durch Zwischenrechnung bestimmte Schichtenlinien von je 5 m Abstand, ausnahmsweise auch von je 2 m. Diese Übersichtspläne sind ihrem Zwecke entsprechend nicht in der ganzen Ausdehnung mit derselben Genauigkeit bearbeitet worden, sondern tunlichst genau nur an den Stellen, welche für die Bahnlinie überhaupt in Betracht kommen konnten. Gerade diese Geländeteile sind aber in den Sonderplänen in 1 : 1000 mit sehr grofser Genauigkeit dargestellt, und eine Vergleichung der Schichtenlinien in diesen letzteren mit denen der barometrisch bearbeiteten Pläne in 1 : 2500 kann daher zur Bestimmung des Genauigkeitsgrades der Übersichtspläne benutzt werden, soweit diese zu den allgemeinen Vorarbeiten gedient haben. Zu einer solchen Vergleichung werden am besten übereinstimmende Geländepunkte nach den in beiden Arten von Plänen vorhandenen Grundstück-Grenzen benutzt. Diese Grundstück-Grenzen zeigten zwar keineswegs überall hinreichende Übereinstimmung, aber an vielen Stellen war die Übereinstimmung in den Plänen unzweifelhaft und nur solche Stellen wurden zur Vergleichung der beiderseitigen Höhen herangezogen, alles Zweifelhafte und namentlich jeder Geländeteil ohne Grenzangaben ganz ausgeschlossen, um einwandsfreie Ergebnisse für die Höhenvergleichung zu erhalten. Das Ergebnis dieser Vergleichung für 636 im Grundrifs mit voller Sicherheit wiederzufindenden Punkte ist in Zusammenstellung I unter Angabe der Blätter, der Neigung N des Geländes, der mittlern Höhenabweichung $\pm \varDelta$ H und der Anzahl Z der Vergleichspunkte angegeben.

Zusammenstellung I.

Blatt	4—17		23		24		25		Mittel	Zahl
	$\pm \varDelta$H	Z	$\pm \varDelta$H	Z	$\pm \varDelta$H	Z	$\pm \varDelta$H	Z	$\pm \varDelta$H	Z
Neigung 1 : 2 . . .	1,9	32	5,0	30	3.3	42	3,2	32	3.3	136
„ 1 : 3 . . .	1,8	26	4,4	29	2.8	14	2,1	39	2,8	108
„ 1 : 4 . . .	1,9	15	3,3	26	1,4	14	1,3	23	2,1	78
„ 1/5 bis 1/10	1,0	56	1,7	90	1,9	39	1,4	38	1,1	225
„ 1/10 bis 1/20	0.9	53	2,1	21	1,7	3	0,7	12	1,2	89

Gern hätte ich die Höhenvergleichung weiter ausgedehnt, aber dies war aus Mangel an geeigneten Unterlagen seither nicht ausführbar. Immerhin zeigen obige Zahlen ein deutlich ausgesprochenes Anwachsen der Abweichungen mit Zunahme der Neigung des Geländes; sie geben zugleich hinreichend sichern Anhalt für die Gröfse dieser Abweichungen. Da die mittlere Unsicherheit der Schichtenlinien in den Sonderplänen im Mafsstabe 1 : 1000 kaum $\pm 0,2$ m beträgt, müssen die $\pm \varDelta$ H als durchschnittliche Fehler der Schichtenlinien in den barometrisch bearbeiteten Übersichtsplänen in 1 : 2500 angesehen werden. Der Betrag dieser Fehler hat nichts Auffallendes und liegt im Verfahren selbst begründet. Der durchschnittliche Fehler einer barometrisch bestimmten Höhe beträgt erfahrungsgemäfs wenigstens ± 1 m. Im einfach gestalteten und nicht steilen Gelände wird der Fehler der durch Zwischenrechnung zwischen den Höhenzahlen ermittelten Schichtenlinien nicht wesentlich gröfser ausfallen, da das Gelände hier auf gröfsere Strecken gleichmäfsig verläuft. Im steilen Gebirge wird aber die Zwischenrechnung nach den eingemessenen Höhenzahlen auch bei deren entsprechender Vermehrung immer unsicherer und die zwischen die Linien fallende Ungleichmäfsigkeit in der Geländegestaltung wesentlich gröfser. Der Fehler der Höhendarstellung durch die Schichten-Linien mufs daher mit der Neigung des Geländes wachsen und zwar um so mehr, wenn die Schichtenlinien durch Zwischenrechnung zwischen den eingemessenen Zahlen im Zimmer ermittelt und nicht, wie bei der Mefstischaufnahme, im unmittelbaren Anblicke der Natur dieser entsprechend gezeichnet werden. Ich habe selbst viele barometrische Höhenmessungen ausgeführt und glaube nicht, dafs eine weitere Ausdehnung der im vor-

stehenden mitgeteilten Vergleichungen, so wünschenswert sie ist, zu wesentlich anderen Ergebnissen führen wird.

Eine Vergleichung der hier gefundenen durchschnittlichen Fehler der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien in den barometrisch für allgemeine Eisenbahn-Vorarbeiten bearbeiteten Plänen im Mafsstabe 1 : 2500 mit den früher bereits von uns ermittelten gleichartigen Fehlern der preufsischen Mefstischaufnahmen im Mafsstabe 1 : 25 000, sowie der neuen topographischen Landeskarte des Herzogtums Braunschweig im Mafsstabe 1 : 10 000 gibt Zusammenstellung II.

Zusammenstellung II.

Neigung des Geländes	1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 5 bis 1 : 10	1 : 10 bis 1 : 20
Eisenbahn - Vorarbeiten 1 : 2500	± 3,3 m	± 2,8 m	± 2,1 m	± 1,1 m	± 1,2 m
Braunschweigische Landeskarte 1 : 10 000 .	± 1,3 „	± 1,2 „	± 1,0 „	± 0,8 „	± 0,5 „
Preufsische Mefstischblätter 1 : 25 000 . .	± 2,6 „	± 2,3 „	± 1,9 „	± 1,3 „	± 0,8 „

Hiernach sind also die durchschnittlichen Fehler der Höhendarstellung durch Schichtenlinien in den barometrisch bearbeiteten Plänen in 1 : 2500, welche nach langjährigen praktischen Erfahrungen zu allgemeinen Eisenbahn-Vorarbeiten vorzüglich ausgereicht haben, etwa doppelt so grofs, wie die Höhenfehler in den Blättern der Braunschweigischen Landeskarte in 1 : 10000. Man wird daher auch bei dieser mit einer entsprechend geringern Genauigkeit ausreichen können, ohne ihre praktische Brauchbarkeit für technische Vorarbeiten, die bei dem Mafsstabe 1 : 10 000 nur allgemeiner Art sein können, zu beeinträchtigen. Ein sachlich unbegründetes Streben nach übertriebener Genauigkeit würde dem gegenüber eine planlose Geldverschwendung sein.

Dieses für die Landesvermessung bezüglich der Anforderungen des Bauingenieurs wichtige Ergebnis fand eine allgemeinere und näher begründete Bestätigung durch den Vorstand der k. k. Eisenbahn-Baudirektion in Wien, Baudirektor Carl Wurmb, sowie durch die ihm unterstellten Ingenieure für Vorarbeiten und Bau der ebenso umfangreichen, wie grofsartigen neuen Bahnanlagen zur zweiten Eisenbahn-Verbindung mit Triest. In den letzten Jahren sind in Österreich für diese Bahnbauten Vorarbeiten ausgeführt, wie sie in solcher Ausdehnung nur selten vorkommen werden.

Zu Anfang August 1904 fuhr ich daher nach Wien, um an den Sektions-Chef Herrn Carl Wurmb, Baudirektor aller Neubauten der österreichischen Staatsbahnen, persönlich die Bitte zu richten, mir eine Besichtigung der geodätischen und topographischen Grundlagen für die zweite Bahnverbindung mit Triest, sowie eine Besprechung mit seinen Ingenieuren zu tunlichster Klarlegung der Genauigkeitsfrage gestatten zu wollen. In der entgegenkommensten Weise aufgenommen und mit entsprechenden Empfehlungen an die Vorstände der Bauabteilungen versehen, fuhr ich nach eingehender Unterweisung in der Abteilung für Vorarbeiten in Wien durch den stellvertretenden Vorstand, Herrn Bauoberkommissär Gaertner, zunächst nach Schwarzach a. d. Salzach, dem Ausgangspunkte für die nördliche Zufahrt zum Tauerntunnel, wo der Abteilungs-Vorstand Herr Inspektor Joh. Altenberger mir über die Vorarbeiten bereitwilligst die gewünschte Auskunft erteilte. Von dort reiste ich über den Radstädter Tauern nach Mauterndorf im Murtale und weiter aus diesem über den Katschberg nach Spittal a. d. Drau. Dort ermöglichte mir der Abteilungs-Vorstand, Herr Ober-Inspektor Josef Seidl, nach näherer Besprechung der in Betracht kommenden Fragen eine Bereisung der südlichen Zufahrt zum Tauerntunnel in Begleitung des Herrn Bauoberkommissär Bierbaumer. Diese Linie ist noch nicht im Bau, sondern noch im Stande der Vorbearbeitung, war für mich daher besonders lehrreich, zumal die ältere Linie eine sehr wesentliche Änderung erfahren hat. Die etwas oberhalb Spittal von der bestehenden Bahnverbindung Villach-Franzensfeste abzweigende neue Linie tritt vor Möllbrücken in das Mölltal und folgt diesem mit starker Steigung an der östlichen Berglehne bis Ober-Vellach, wo sie in das Quertal von Mallnitz einbiegt, um kurz oberhalb des letztern Ortes die südliche Mündung des Tauern-Tunnels zu erreichen. Die ganze Linie war mit weifsen Stangen weithin sichtbar bezeichnet, sodafs sich ihr Verlauf gut übersehen und verfolgen liefs, was einer Besichtigung und Besprechung der Linienführung sehr günstig war. Nach Spittal zurückgekehrt, teilte ich dem Herrn Oberinspektor Seidl das Ergebnis der Besprechung mit und fuhr dann zur dritten Bauabteilung nach Klagenfurt, welche die beiden Zufahrtlinien Klagenfurt-Rosenbach und Villach-Rosenbach zum nördlichen Teile des Karawanken-Tunnels bearbeitet. Wegen Beurlaubung des Vorstandes und Behinderung seines Stellvertreters reiste ich nach Besprechung mit Herrn Baukommissär Max Singer zunächst von dort weiter nach Afsling an der Save zur Bauabteilung für den südlichen Karawanken-Tunnel, sowie die Nordrampe des Wocheiner Tunnels. Nach Besichtigung der elektrichen Einrichtung für den erstern traf ich in Afsling in dem Vorstande der Bauabteilung, Herrn Oberinspektor Leopold Frisch und seinem Vertreter, Herrn Inspektor Theodor Opitz, zwei ehemalige Genossen von der Gotthardbahn, die mir über alle meine Fragen in der eingehendsten Weise Auskunft erteilten. Nach Bereisung der Strecke bis zur nördlichen Mündung des Wocheiner Tunnels bei Feistritz und Besichtigung der dortigen Baueinrichtung fuhr ich nach Triest, um nach Rücksprache mit dem dortigen stellvertretenden Bauleiter, Herrn Inspektor Marckhl, die Linienführung oberhalb Triest anzusehen. Die Bahn durchbricht von Görz kommend das Karst-Gebirge mittels des 1050 m langen Opčina-Tunnels und senkt sich dann in weitem Bogen um die Stadt herumführend zum neuen Hafen beim Leuchtturme in Triest-St. Andrä hinab, wobei sich nach dem Austritte aus dem Opčina-Tunnel in der Höhe von 300 m dem Auge ein wundervoller Blick auf das weite Meer und die im Halbkreise ansteigend um den Hafen ausgebreitete Stadt darbietet. Von den Ländern deutscher Sprache und Sitte, Salzburg und Kärnten ausgehend, das massige Urgebirge des hohen Tauern und die Karawanken durchbrechend, führt die neue Bahnverbindung mit Triest durch das slowenische Krain mit seinen noch so wenig bekannten landschaftlichen Reizen, wie den herrlichen Veldeser und Wocheiner Seen, durch die vielzackigen, julischen Kalkalpen mit dem steil emporragenden

Triglav in die weite Ebene von Görz und wieder hinaufsteigend über den öden Karst in das herrliche Küsten-Gelände italienischer Zunge, wo am Südabhange des Gebirges, an dem sich die Bahn hinabsenkt, Oliven, Feigen und Trauben in üppiger Fülle gedeihen. Wie die Landschaft wechselt, so ändert sich mit ihr auch die Arbeit des Ingenieurs vom schneebedeckten Hochgebirge bis zur lieblichen Talebene; im Tauern das Urgestein des Gneifs mit seiner Dichte und Härte; im Karawanken- und Wocheiner-Tunnel Kalk- und Kohlen-Schichten mit schlagenden Wettern, Wasserandrang und Gebirgsdruck nicht minder wie im Simplon-Tunnel: in den Tunneln des Karst-Gebirges Höhlen und Stalaktiten-Gebilde seltsamer Art; in den Tälern der mannigfachste Wechsel der Schichtung und der Beschaffenheit des Bodens. Schwerlich dürfte eine andere Linie an Vielseitigkeit der Aufgaben für den Bau-Ingenieur der zweiten Eisenbahn-Verbindung mit Triest gleichkommen.

Von Triest besuchte ich die Bau-Abteilung in Görz und sprach dort mit Herrn Inspektor von Bertele über die seitherigen Erfahrungen. Auf der Weiterreise traf mich der Wettersturz und verhinderte durch strömenden Regen den beabsichtigten Besuch der Nordseite des Karawanken-Tunnels mit seinen elektrischen Anlagen und Bohrmaschinen. Doch hatten die Siemens-Schuckert Werke in Wien die Freundlichkeit, mir die von ihnen gebauten und am Karawanken-Tunnel mit so grofsem Erfolge benutzten neuen elektrischen Stofsbohrmaschinen in ihrem Versuchstollen in Tätigkeit zu zeigen. In Klagenfurt hatte ich sodann noch eine eingehendere Besprechung mit dem Vorstande der dortigen Bau-Abteilung, Herrn Oberinspektor Hans Angl und Herrn Inspektor Heinrich Steininger, welche die seitherigen Erfahrungen bestätigten. Nach Wien zurückgekehrt, konnte ich die Ergebnisse zunächst den Vorständen der dortigen Abteilung für Vorarbeiten, den Herren Oberbaurat Joh. Cieślikowski und Bauoberkommissar Gaertner mitteilen, die den Beobachtungen zustimmten, und dann dem Herrn Sektions-Chef Carl Wurmb über das Ergebnis meiner Reise und die Besprechung mit seinen Abteilungs-Vorständen und Ingenieuren Bericht erstatten. Das schliefslich ganz einmütig abgefafste Urteil lautet dahin, dafs für eine topographische Karte im Mafsstabe 1 : 10 000 eine Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien vollständig ausreichend ist, wenn deren mittlerer Fehler $m = \pm (0,5 + 5\alpha)$ m gesetzt wird, wo α die Geländeneigung bedeutet.

Die nähere Begründung besagt:

Im Flachlande ist die Erdmassenbewegung nicht sehr grofs und für die Kostenberechnung von geringerer Bedeutung, als der Grunderwerb und der Bau. Das Durchschneiden und Zerstückeln der Grundstücke, das Verlegen und Überbrücken der Wege und Wasserläufe, die Anlage der Bahnhöfe, ihrer Zufahrtswege und die Linienführung bei sich widersprechenden Forderungen von Gemeinden und Einzelnen bedingen eine weit gröfsere Unsicherheit des allgemeinen Entwurfes und Kostenvoranschlages, als eine mittlere Ungenauigkeit der Schichtenlinien von $\pm$ 0,5 m und mehr, sowie die hieraus hervorgehende Unsicherheit in der Erdmassenbewegung, die sich erfahrungsgemäfs unschwer in genügend enge Grenzen einschliefsen läfst. Im Gebirge treten die Grunderwerbskosten sehr zurück gegen die Kosten des eigentlichen Bahnbaues, der in erster Linie durch die geologischen Verhältnisse beeinflufst wird. Es ist aber garnicht durchführbar, die letzteren für den allgemeinen Entwurf so genau zu ermitteln, dafs nicht eine verhältnismäfsig grofse Unsicherheit über die Bauausführung selbst in mehrfacher Hinsicht übrig bliebe. Die anzuwendenden Böschungen, die Gröfse und Stärke der Stütz- und Futtermauern, die Gründungstiefe der Bauwerke, die Wasserverhältnisse, die oft notwendige Linienverlegung wegen Rutschungen bei unsicherer Bodenbeschaffenheit, die selbst den eingehend bearbeiteten Entwurf noch erheblich beeinflussen, und auch alle Kunstbauten lassen sich nicht so genau im voraus berechnen, dafs gegenüber der hierdurch bedingten Unsicherheit eine Abweichung der Schichtenlinien um einige Meter von mafsgebender Bedeutung sein könnte; dies trifft um so mehr zu, je steiler das Gelände ist. Bei steilen Bergwänden bleiben Verschiebungen der Schichtenlinien von mehreren Metern ohne Belang, wenn nur die Geländeformen richtig topographisch dargestellt sind, sodafs namentlich ein Hang nicht gleichmäfsig erscheint, wenn er in Wirklichkeit Brüche hat, oder von Gräben, Wasserrinnen, Schluchten, Mulden durchsetzt ist. Alle solche Gelände-Wechsel und topographisch wichtigen Verhältnisse müssen in der Karte richtig zum Ausdrucke kommen, sodafs der Ingenieur auf sie aufmerksam wird und sie bei der Begehung der Linie entsprechend berücksichtigen kann, ohne welche kein Entwurf aufzustellen ist. In steilem, felsigem Gebirge, wo die Bodenformen ohne gleichmäfsige Übergänge stark wechseln, können auch bei allgemeinen Entwürfen nur eingehende Aufnahmen in grofsem Mafsstabe und gründlichere Bodenuntersuchungen hinreichende Sicherheit für eine richtige Linienführung gewähren, da nicht selten Verschiebungen der Linie um wenige Meter die Arbeiten und den Kostenvoranschlag sehr wesentlich beeinflussen. Dort namentlich müssen in der Karte tunlichst viele Festpunkte nach Lage und Höhe vorhanden sein, damit die Einzeluntersuchungen leicht und sicher an diese angeschlossen werden können. Von den Festpunkten aus kann dann der Ingenieur draufsen unschwer entscheiden, welche Geländeteile für die Linienführung überhaupt in Betracht kommen, diese genauer prüfen und nötigen Falles eine Verlegung der Linie vornehmen. Die Zahl der Festpunkte in der Karte bedingt vornehmlich ihre Brauchbarkeit für technische Zwecke im steilen und bewaldeten Felsgebirge; dem gegenüber kommt eine Verschiebung der Schichtenlinien selbst um mehrere Meter nicht in Betracht, wenn im übrigen die Karte topographisch richtig ist. Die Wichtigkeit einer grofsen Zahl von angemessen über die Karte verteilten Festpunkten ist ganz besonders zu betonen und zu berücksichtigen, denn die Festpunkte gestatten genauen und raschen Anschlufs an Ort und Stelle, die Höhenschichtenlinien als solche allein aber nicht. Wenn diese Bedingung hinreichend erfüllt ist, wird eine topographische, naturwahre Karte im Mafsstabe 1 : 10000 mit dem mittleren Fehler $m = \pm (0,5 + 5\alpha)$ m der Schichtenlinien für allgemeine technische Vorarbeiten jedenfalls ausreichend genau sein. Eine nur mit Aufwendung grofser Kosten zu erreichende Steigerung der Genauigkeit ist zwecklos.

(Schlufs folgt.)

Über die Ursache von Rahmenbrüchen.

Von **O. Busse**, Eisenbahndirektor in Kopenhagen.

Brüche an Lokomotivrahmen treten an verschiedenen Stellen auf und haben schon manches Kopfzerbrechen unter den Fachleuten erregt. Man hat tiefsinnige Theorien aufgestellt, hat nachweisen wollen, dafs immer das Rahmenblech einer bestimmten Seite brechen müsse, je nachdem die rechte oder die linke Kurbel voreilt. Endlich ist auch die Vermutung ausgesprochen, dafs die Brüche davon herrühren könnten, dafs die Achsen oder Achsbuchsen lose in den Führungen liegen, und starke Stöfse geben, welche das Rahmenblech langsam zertrümmern. Ich bin nun gewifs ein Feind von losen Achsbuchsen*), und es wird hier sorgsam auf solche geachtet, und doch sind Rahmenbrüche vorgekommen. Wie fühlbar müfsten aber Stöfse, die einen Rahmen zerbrechen können, dem Lokomotivführer vorkommen.

Rechnerische Untersuchungen ergeben, dafs die Spannungen nicht so grofs sind, dafs daraus Brüche entstehen können, und wenn auch, so müfsten sie doch gleichmäfsig bei allen Lokomotiven gleicher Bauart auftreten; es brechen aber immer nur einzelne Rahmen. Dafs die Brüche von Längskräften herrühren, ergibt sich daraus, dafs sie immer aus einer Ecke der Achsgabel ausgehend quer durch das Blech nach oben fortschreiten. Wenn sie von Durchbiegungen beim Befahren von Bahnkrümmungen herrührten, was auch angenommen wird, so müfsten sie in der ganzen Breite des Bleches und ziemlich in der ganzen Breite von aufsen nach innen oder umgekehrt fortschreiten.

Die Ursache der Brüche liegt viel näher; bei den engen Raumverhältnissen, in denen sich die Ausführung bewegen kann, kommen Rahmen und Kesselteile oft sehr nahe an einander; zwar wird beim Entwerfen Rücksicht auf die Wärmeausdehnung des Kessels genommen, aber ein kleiner Aufbaufehler, ein zu weit durchgesteckter Bolzen, eine herausgefallene Mutter oder etwas Kohlenklein setzt sich zwischen Kessel und Rahmen fest, rutscht bei jeder Abkühlung des Kessels tiefer in eine keilförmige Öffnung hinein und erzeugt bei jedem neuen Anheizen gröfsere Zugspannung im Rahmenbleche, bis dieses beginnt zu reifsen, die auftretenden Stöfse und Erschütterungen befördern den Bruch. Man sehe nur einmal seine Lokomotiven durch und messe ganz genau, ob die Kessel sich um die richtige Länge und zwar im Verhältnisse zu beiden Rahmenblechen beim Anheizen ausdehnen und wieder zusammenziehen; man wird finden, dafs das lange nicht immer der Fall ist; geht man der Ursache dann nach, so wird man auch irgend ein Hindernis finden, welches das Rahmenblech beansprucht, wie oben geschildert.

Um also die recht kostspielige Ausbesserung oder Erneuerung von Lokomotivrahmenblechen zu sparen, kann ich nur angelegentlichst empfehlen, dafs man vor und nach jeder Ausbesserung der Lokomotiven genau nachmessen läfst, ob der Kessel sich frei und genügend hat ausdehnen können; das Verfahren ist so einfach, dafs ich es nicht näher zu beschreiben brauche; es mufs übrigens bei jeder Bauart etwas verschieden gewählt werden.

Nützlich wird es auch sein, kleine Schutzbleche anzubringen, welche das Herabfallen und Ansammeln von Gegenständen, die den Schaden verursachen können, verhindern; ich nenne als gefährliche Stellen die Achsgabeln, die Kesselträger, die hinteren Kesselstützwinkel, Rahmenverbindungstangen, namentlich unter der Feuertür.

*) Organ 1898, S. 9; 1904, S. 80.

Versuche mit selbsttätiger Saugebremse auf den Steilrampen der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn.

Von **Metzeltin**, Regierungsbaumeister a. D. in Hannover.

Hierzu Schaulinien auf Tafel XXIII und Zeichnungen Abb. 5 bis 7 auf Tafel XXIV.

Die der Halberstadt-Blankenburger-Eisenbahn-Gesellschaft gehörige Zahnbahn Blankenburg—Tanne weist insofern eigentümliche Verkehrsverhältnisse auf, als der Versand von den Harz-Bahnhöfen das vierfache des Empfanges beträgt. Da das Gewicht der Güterzüge auf den Zahnstrecken mit Rücksicht auf die sichere Talfahrt nach den bisherigen Bestimmungen 16 Lastachsen = rund 135 t nicht überschreiten darf, von denen $33^1/_3\,^0/_0$ abgebremst sein sollen, so sind für den Versand zu Tal jährlich 2400 Züge erforderlich, während der Empfang einschliefslich der Beförderung der nötigen leeren Wagen durch rund 1600 Züge bewerkstelligt werden kann.

Um den Betrieb durch Minderung der Zahl der Talzüge sparsamer zu gestalten, beabsichtigt die Bahn die zulässige Belastung der Züge durch Einführung einer durchgehenden Güterzugbremse zu erhöhen*). Die Anwendung der selbsttätigen Westinghouse-Bremse war ausgeschlossen, da sie eine Verringerung der einmal eingeleiteten Bremswirkung nur nach vollständigem Lösen der Bremse gestattet, was bei den starken Gefällen 1 : 16,6 unzulässig sein würde. Die sonst bei Bergbahnen angewendete Verbindung der selbsttätigen mit der nicht selbsttätigen Westinghouse-Bremse, die Westinghouse-Henry-Bremse, erschien zu vielgestaltig und zu kostspielig; auch das in Amerika bei Bahnen mit starkem Gefälle übliche Hülfsmittel der Einschaltung von Druckhaltungsventilen*) erschien unzweckmäfsig, da die zweiachsigen Güterwagen bei dem starken Gewichtsunterschiede belasteter und unbelasteter Achsen schon die Einschaltung eines besondern stellbaren Ventiles zur Regelung des Bremsdruckes erfordern; die Stellung zweier Ventile je nach den Strecken- und Belastungsverhältnissen würde leicht Unsicherheiten im Betriebe mit sich bringen.

*) Vergl. Glanz, Organ 1905, S. 90.

*) Organ 1900, S. 313.

Da die bekannten Nachteile der Saugebremsen*) im vorliegenden Falle zum Teil bedeutungslos sind, so kann vom technischen Standpunkte nur die Einführung einer solchen in Frage kommen. Da aufserdem die Zahl der auf der Harzbahn laufenden fremden Güterwagen nur etwa 25 % beträgt, so ist die Bahnverwaltung in gewissem Grade unabhängig von den Bremsarten ihrer Nachbarbahnen.

Auf Grund der Ergebnisse der vergleichenden Bremsversuche auf der Arlbergbahn sowie der guten Erfahrungen, welche die Eisenerz-Vordernberger, die bosnischen und die ungarischen Staatsbahnen auf ihren Zahnstrecken mit der selbsttätigen Saugebremse gemacht haben, beabsichtigt die Halberstadt-Blankenburger-Bahn die Einführung dieser Bremse. Sie veranstaltete am 29. Mai 1904 auf ihren Strecken Versuchsfahrten, um ein Bild von der Wirkung der Bremse auf den Steilrampen von 60 ‰ zu gewinnen.

Die wesentlichen Ergebnisse dieser Fahrten sind in Zusammenstellung I mitgeteilt.

Zusammenstellung I.

Nr. des Versuches	Neigung der Bremsstrecke ‰	Achsenzahl des Wagenzuges	Gewicht des Wagenzuges t	Achsenzahl der gebremsten Wagen	Gewicht der gebremsten Wagen t	Beobachtet: Fahrgeschwindigkeit beim Umlegen des Bremsschiebers km/St.	Beobachtet: Bremszeit vom Umlegen des Bremsschiebers bis zum Stillstande des Zuges Sek.	Beobachtet: Bremsweg vom Umlegen des Bremsschiebers bis zum Stillstande des Zuges m	Bemerkungen
6	25	24	229	12	80,2	25	16	82	Vollbremsung. Stofsfrei.
7	60	24	229	12	80,2	12	8	25,5	Vollbremsung nach Betriebsbremsung mit 30 cm Saugsäule. Riggenbachbremse eingeschaltet. Stofsfrei.
8	60	24	229	12	80,2	12	9	22,7	Vollbremsung nach Betriebsbremsung mit 28,5 cm Saugsäule. Riggenbachbremse eingeschaltet.
9	60	22	208,5	10	66,5	12,5	9	18,3	Vollbremsung nach Betriebsbremsung mit 15 cm Saugsäule. Riggenbachbremse eingeschaltet. Stofsfrei.
10	60	22	208,5	10	66,5	10	9,5	21,4	Wie bei Versuch Nr. 7.
11	60	22	208,5	10	66,5	16	11	26,4	Wie bei Versuch Nr. 7, jedoch bei 16 cm Saugsäule.

Der Versuchszug bestand aus einem vereinigten Personen-, Post- und Gepäckwagen, einem Saalwagen, beladenen Kalk- und offenen Güter-Wagen. Der Bremsdruck betrug bei der angewendeten Saugwirkung von 60 cm Quecksilbersäure 80 % des Wagengewichtes bei dem Personenwagen und 62 % bei den Kalk- und Güter-Wagen. Die Lokomotive war eine $^3/_4$ gekuppelte Abt'sche Zahnradlokomotive von 55 t Gewicht mit Riggenbach'scher Luft-Gegendruckbremse; die Saugebremse wirkte auf die Lokomotive nicht.

Der Zug von 229 t ohne, und 284 t mit Lokomotive konnte also bei dem Gefälle von 60 ‰ selbst bei 16 km/Std. Geschwindigkeit in 11 Sekunden auf 26,4 m Entfernung zum Stehen gebracht werden. Bemerkenswert ist, dafs alle Versuche bei Regenwetter stattfanden, und die Vollbremsung bei den meisten Versuchen nach einer Betriebsbremsung vorgenommen wurde, was bekanntlich bei der Westinghouse-Bremse bisweilen schwierig ist. Taf. XXIII gibt die am Geschwindigkeitsmesser der Lokomotive aufgenommenen Schaulinien. Die Zahlen 6—11 bezeichnen die Stellen, an denen die obigen Versuche vorgenommen wurden. Auf der Rückfahrt liefs sich trotz mangelnder Übung der Mannschaften und starken Gefälles eine recht gleichmäfsige Geschwindigkeit einhalten.

Die Anbringung des eingebauten Ventiles zur Schaltung auf zwei verschiedene Bremsdrücke an den Güterwagen ist bemerkenswert, wenn dieses auch an den dauernd beladen gebliebenen Bremswagen bei den Versuchen nicht in Tätigkeit getreten ist. Es wird nach Abb. 5, Taf. XXIV in die Leitung zwischen Sonderbehälter und Oberraum des Bremszylinders eingeschaltet. Mittels des von aufsen zu stellenden Hahnes H Abb. 6, Taf. XXIV kann der Sonderbehälter entweder unmittelbar, oder über das Ventil V mit dem Oberraume des Bremszylinders in Verbindung gebracht werden. Im ersten Falle erfolgt volle Bremswirkung für den beladenen Wagen, im zweiten wird der sonst vollständige Ausgleich des Luftdruckes im Oberteile des Bremszylinders und im Sonderbehälter verhindert; ersterer Druck bleibt entsprechend der durch die Feder einstellbaren Ventilbelastung höher, die Bremswirkung wird daher entsprechend geringer.

Der Hahnwirbel W ist durch eine nach beiden Seiten des Wagens durchgehende Hebelwelle bequem zu bewegen.

Die Versuchswagen waren nicht mit Schnellbremsventilen ausgerüstet, da im Betriebe der Harzbahn und auf den Vorgebirgslinien nur kurze Züge vorkommen. Die betreffenden Leitungen sind jedoch bei allen Wagen mit einem T-Stücke versehen, auf das die Schnellbremsventile aufgesetzt werden können, denn für grofsen Güterverkehr sind sie eben so wenig zu entbehren, wie im Personen- und Schnellzugs-Verkehre. In Österreich ist die Verwendung der Schnellbremsventile für Schnellzüge von mehr als 80 km/St. Geschwindigkeit bereits seit 1902 vorgeschrieben.

Das neuere Schnellbremsventil der »Vacuum-Brems-Gesellschaft«, (Abb. 7, Taf. XXIV) besteht aus einem gufseisernen Gehäuse, in welches ein Glockenventil G und eine Klappe K eingebaut sind. Der Raum I unter dem Glockenventile ist mit der Bremsleitung, der Raum II über dem Glockenventile durch einen Schlauch mit einem Hülfsbehälter und durch das Loch l im Glockenventile mit dem Raume I verbunden. Der Raum III oberhalb der Klappe K und um das Glockenventil herum

*) Organ 1901, S. 269.

ist durch die Klappe von der Aufsenluft, durch das Glockenventil von den Räumen I und II getrennt.

Bei Bereitstellung der Bremse wird durch den Strahlsauger der Lokomotive die Luft aus dem Bremszylinder, aus Raum I, Raum II und dem Sonderbehälter abgesaugt, in Raum III bleibt der äufsere Luftdruck.

Bei Betriebsbremsung findet im Raum I, II und im Sonderbehälter langsame Verminderung der Luftverdünnung statt. Das Ventil bleibt dabei auf seinem Sitze.

Bei Schnellbremsung nimmt die Luftverdünnung in der Hauptleitung und im Raume I schnell ab, im Raume II kann diese Abnahme wegen der Drosselung der einströmenden Luft im Loche l des Glockenventiles nur langsam stattfinden; das Ventil wird sich daher heben und gegen den Deckel legen. Durch dieses Anheben pflanzt sich die noch vorhandene Luftverdünnung in den Raum III fort, die Klappe K wird durch den äufsern Druck aufgeworfen und die einströmende, durch das Staubfilter gereinigte Aufsenluft füllt schnell die Leitung und den Bremszylinder. Klappe und Glockenventil bleiben solange offen, bis auch im Sonderbehälter durch die 2 mm weite Bohrung b in der Mutter des Glockenventiles der äufsere Luftdruck eingetreten ist, dann senkt sich das Glockenventil, und die Klappe fällt zu.

Unter der Klappe befindet sich ein Haken, mittels dessen sie von aufsen her durch den Hebel H festgehalten werden kann, wenn die Schnellbremsung ausgeschaltet werden soll.

Zwischen dem Schnellbremsventile, die Bremsleitung und den Bremszylinder ist ein Drosselungstück D eingeschaltet; es besteht aus einer losen Messingscheibe mit einer Bohrung in der Mitte. Der Zweck dieses Stückes ist eine geringe Verzögerung der Bremswirkung bei Schnellbremsung, um bei langen Zügen die Unterschiede des Bremsdruckes an den einzelnen Wagen bei Einleitung der Schnellbremsung, und so das Auflaufen und die Zugtrennungen zu vermindern. Das Loch in der Messingplatte wird verschieden grofs bemessen und zwar so, dafs die Fülldauer bei halbem Bremskolbenwege bei Wagen etwa 6, bei Personenzuglokomotiven und Tendern etwa 10, bei Güterzuglokomotiven und deren Tendern etwa 15 Sekunden beträgt. Hierdurch wird erreicht, dafs die Bremsung der Lokomotive ein wenig verzögert wird und die Lokomotive den Zug gestreckt hält.

Mit dieser Abminderung der Gefahr der Zugtrennung ist freilich eine geringe Verlängerung der Bremszeit verbunden.

Die Messingplatte hat im Drosselstücke seitlich Luft. Bei Aussaugen der Luft aus der Leitung wird sie sich im Drosselstücke abheben und durch das seitliche Spiel eine schnelle Entbremsung gestalten.

Bei den Versuchen auf der Harzbahn erfolgte die Herstellung der vorschriftsmäfsigen Saugsäule von 60 cm nach einer Vollbremsung in 8 Sekunden.

Der Tunnel der Pennsylvania-Eisenbahn-Gesellschaft von New-Yersey unter New-York nach Long Island.

Von **Grages**, Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor zu Berlin.

(Nach Engineering-News.)

Der Tunnel hat den Zweck, die Linien der Pennsylvaniabahn von New-Yersey und Long Island miteinander zu verbinden. Getrennt sind die beiden Eisenbahnnetze durch die breiten Flufsarme des Hudson oder Nord River und des East River, sowie durch die langgestreckte Halbinsel Manhattan, auf der New-York liegt. Die Verbindung soll hergestellt werden durch einen 9254 m langen Tunnel, der auf der Seite von New-Yersey beginnt, unter den beiden Flufsläufen und der Stadt New-York hindurchgeht und nördlich von Brooklyn in Long Island City endigt. Die Entwürfe für dieses schwierige, mit einem Kostenaufwande von 210 Millionen M. zu errichtende Unternehmen enthalten so viel Bemerkenswertes und Aufsergewöhnliches, dafs einige Mitteilungen darüber willkommen sein dürften.

Der Antrag auf Untertunnelung der beiden Flufsarme und von New-York wurde im Dezember 1901 eingebracht. Nach längeren Verhandlungen erfolgte die Genehmigung im Dezember 1902. Der von der Pennsylvania Eisenbahn-Gesellschaft vorgelegte Plan sieht eine westliche, die Hudson-River-Abteilung, und eine östliche, die East-River-Abteilung vor. Die westliche Abteilung möge zunächst beschrieben werden. Der Tunnel beginnt an dem westlichen Abhange des sich an der Küste von New-Yersey entlang ziehenden Höhenzuges, der Hoboken-Höhe, und durchschneidet ihn mit einem 1781 m langen, in einer Neigung von 1 : 77 liegenden Tunnel, dessen gröfste Tiefe unter der Erdoberfläche 128 m beträgt. Am östlichen Fufse des Höhenzuges ist ein 40 m tiefer Arbeitschacht vorgesehen, der nach Fertigstellung des Tunnels als Einsteigeschacht bestehen bleiben soll. An den Schacht schliefst sich die unter dem Flufsbette des Hudson liegende Unterwassertunnelstrecke von 1813 m Länge. Bis zu dem tiefsten Punkte der Flufsbettsohle behält der Tunnel die Neigung von 1 : 77 bei, steigt dann mit 1 : 190 an und geht bald darauf in die Steigung von 1 : 52 über, die er ungefähr bis zur IX. Avenue in New-York beibehält. Bis hierher hat der Tunnel eine Länge von 4415 m.

In dem aus Felsen bestehenden Höhenzuge von New-Yersey sind nach dem Vorgange des Simplon-Tunnels zwei nebeneinander laufende, eingleisige Tunnel mit 11,27 m Achsabstand vorgesehen. Zwischen beiden Tunneln soll eine 3,35 m dicke Felsenmauer stehen bleiben. In ungefähr 90 m Entfernung voneinander sollen von einem Tunnel zum andern führende Querstollen ausgeführt werden. Die Widerlager werden aus Beton und die halbkreisförmig ausgebildeten Gewölbe aus Steinen hergestellt werden. Im Innern 1,83 m über Schienenoberkante sind beiderseits 1,12 m breite Absätze vorgesehen, unter denen die Stromkabel, die Telegraphen- und Fernsprechleitungen

untergebracht werden sollen. Östlich des bereits erwähnten Arbeitschachtes ist eine 9,30 m lange Kammer besondern Querschnittes geplant. Eine gleiche Anordnung findet sich auf der Manhattan-Seite. Die Kammern sollen den Übergang von den landseitigen Tunneln zu den röhrenförmigen 1813 m langen Unterwassertunneln vermitteln. Der gröfste Teil dieser Zwillingsröhren mit 1677 m Länge mufs des von früheren Durchtunnelungsversuchen her verrufenen Baugrundes wegen durch Schraubenpfähle getragen werden. Nur 49 m auf der New-Yersey- und 87 m auf der Manhattan-Seite können ohne eine derartige Unterstützung bleiben.

Die Schraubenpfähle bestehen aus hohlen Stahlzylindern von 69 cm Durchmesser, ihre Länge richtet sich nach der Tiefenlage des tragfähigen Baugrundes. Der Abstand der Schraubenpfähle ist mit 4,57 m angenommen. Die eingleisig auszubildenden Röhrentunnel werden einen Achsabstand von 11,27 m haben. Der äufsere Mantel dieser Röhren wird aus elf mit aufgebogenen Rändern versehenen, gekrümmten, gufseisernen Platten bestehen, die miteinander durch Schrauben verbolzt werden. Im Scheitel ist ein kurzes Schlufsstück vorgesehen. Der äufsere Durchmesser beträgt 7,02 m, der innere 5,79 m, sodafs nach Abzug der Dicke für die gufseisernen Platten ungefähr 0,58 m auf die Betonumhüllung kommen. Auch die Tunnelröhren sind mit 1,12 m breiten inneren Absätzen versehen, innerhalb deren die verschiedenen Kabel und Leitungen ihren Platz finden. Bei den durch die Schraubenpfähle getragenen Röhren sind statt der unteren einen Segmentplatte deren zwei angeordnet, die mit einer genügend grofsen Öffnung versehen sein müssen, um den Schraubenpfahl hinabführen zu können. Aufserdem mufs für die Schraube des Pfahles ein Muttergewinde ausgespart werden. Der oberste Teil der Schraubenpfähle bis 3,7 m unter der Tunnelsohle wird mit Beton ausgefüllt werden. Die Herstellung der Unterwassertunnel soll im Schutze eines eisernen Schildes erfolgen, der durch verdichtete Luft vorgetrieben wird. Die Schilde werden von den an beiden Ufern des Flusses vorgesehenen, besonderen Schildkammern aus vorgetrieben werden.

An die östliche Schildkammer schliefst sich ein 40 m langer, zweigleisiger, gewölbter Tunnel, dessen kurze Widerlager aus Beton und dessen Halbkreisgewölbe aus Steinen bestehen soll. Für die nun folgenden Tunnelstrecken ist ein Eisengerippe mit Betonverkleidung angenommen. Von der IX. Avenue westlich hat der Tunnel auf eine Länge von 184 m vier Gleise aufzunehmen. Seine Breite beträgt 15,85 m und seine lichte Höhe 4,96 m von Schienenoberkante bis Trägerunterkante. Ein kräftiger, eiserner Fachwerkträger mit gebogenem Obergurte und geradlinigem Untergurte ruht auf eisernen Säulen, die bei einem Abstande von 1,52 m auf Granitquadern befestigt sind. An den Innenseiten der Säulen wird Drahtgeflecht mit Zementputz angebracht werden. An den Unterkanten der Obergurte werden längslaufende Winkeleisen mit kleinen Abständen befestigt, die mit Beton ausgefüllt werden. Auf diese Weise entsteht ein auf allen Seiten geschlossener Tunnelquerschnitt, der nur durch den Untergurt und die Wandglieder des Trägers unterbrochen wird.

Während die beiden mittleren Gleise als spätere Betriebsgleise nach dem Flusse zu abfallen, bleiben die beiden äufseren Gleise wagerecht und endigen als Kopfgleise. In diesem 334 m langen Abschnitte wird der Tunnel drei Öffnungen mit vier Säulenreihen haben, auf denen als Blechträger ausgebildete Deckenträger ruhen. Die mittlere Öffnung wird die beiden mittleren Gleise und die beiden äufseren Öffnungen werden je ein äufseres Stumpfgleis aufnehmen, deren Erhebung über den geneigten Betriebsgleisen um so beträchtlicher wird, je mehr man sich dem Flusse nähert. Geschlossene Tunnelwände werden wieder dadurch hergestellt, dafs an den Innenkanten der Säulen und Träger Drahtgeflecht mit Zementputz angebracht wird.

Die östliche oder East River-Abteilung beginnt bei der VII. Avenue in New-York und endigt bei der Thomson-Avenue in Long Island City nördlich von Brooklyn. Die ganze Länge dieser Abteilung beträgt 4587 m. Die Linie besteht hier aus zwei getrennten, je zweigleisigen Tunnelreihen, von denen eine unter der 32. und die andere unter der 33. Strafse entlang läuft. Östlich der II. Avenue nähern sich die beiden Tunnelpaare, gehen unter dem East River-Bette hin, wenden sich dann gleichlaufend nordöstlich, um bald darauf in offenen Einschnitt überzugehen. Nach dem Längenschnitte sind die beiden nach dem Flusse abfallenden Rampen ungefähr gleich geneigt; zwischen beiden unter dem Flusse ist eine schwächer geneigte, nach Osten ansteigende Neigung eingeschoben. Von der VII. bis zur V. Avenue sollen beide Tunnel drei Gleise enthalten. Von hier aus bis zu den östlich der I. Avenue vorgesehenen Schächten sind beide Tunnel als zweigleisige Zwillingstunnel ausgebildet. Von den Schächten aus werden die vier Gleise in vier besonderen Röhrentunneln, von denen je zwei dicht nebeneinander liegen, unter dem Flufsbette hindurchgeführt. Nach Erreichen des jenseitigen Ufers gehen die Tunnelröhren wieder in zwei zweigleisige Zwillingstunnel über, die dann in offenem Einschnitte endigen.

Die beiden dreigleisigen Tunnel haben eine Länge von 495 m; zwischen den aus Beton hergestellten Widerlagern ist eine Breite von 12,39 m vorhanden, die Gewölbe sind nach einem Korbbogen geformt und bestehen aus Beton oder Mauerwerk. Die beiden zweigleisigen Tunnel von der V. Avenue bis zu den Schächten sind als massive, gewölbte Zwillingstunnel ausgebildet und zwar entweder mit einer künstlichen Trennungswand aus Beton oder mit einer solchen aus natürlichem Felsen. Die Länge dieses Abschnittes beträgt 1089 m. Jede der vier Tunnelröhren hat eine Länge von 1829 m. Hinsichtlich ihrer Bauart gleichen sie den westlichen Tunnelröhren mit dem Unterschiede, dafs die Gründung durch die Schraubenpfähle wegfällt, da der Baugrund genügend tragfähig ist.

Die Zwillingstunnel auf Long Island haben die gleiche Bauart wie die auf der Manhattan-Seite.

Die vier Schächte, von denen je zwei auf beiden Ufern des East River in der Achse der Tunnel abgesenkt werden, sollen zunächst als Arbeitschächte dienen und ferner den Übergang von den Röhren zu den Zwillingstunneln vermitteln. Sie bestehen aus doppelten stählernen Wänden, die mit Beton ausgefüllt werden.

Alle Entwürfe und Kostenanschläge sind nach den Angaben des Verfassers mit der äufsersten Sorgfalt angefertigt worden. Ob aber die vorgesehene Summe von 210 Millionen M. oder 22700 M. für das Meter Baulänge ausreichen wird, läfst sich mit Rücksicht auf die grofsen Schwierigkeiten und Zufälligkeiten, die sich zweifellos beim Bau ergeben werden, schwer beurteilen.

Beim Lesen des Aufsatzes und nach den früheren Erfahrungen wird man darüber nicht im Zweifel sein können, dafs die Herstellung des Unterwassertunnels unter dem North River die schwierigste, gefährlichste und unsicherste ist. Daher sollen hierfür schon andere Gründungsarten vorgeschlagen sein. Von J. W. Reno*) wird ein Vorschlag gemacht, der nachstehend mitgeteilt werden möge. Nach dem von der Eisenbahn-Gesellschaft mitgeteilten Bauplane seien ungefähr 700 stählerne Schraubenpfähle von 69 cm Durchmesser vorgesehen, die sich bei 4,57 ^{m} Abstand auf die beiden 1677 ^{m} langen Tunnelröhren gleichmäfsig verteilen. Die Tiefe, bis zu der die Schraubenpfähle herabzuführen sind, betrug durchschnittlich 18,30 ^{m}. Durch Versuche sei erwiesen, dafs die Schraubenpfähle, wenn sie einer beweglichen Belastung von 91 t, dem Gewichte eines besetzten Triebwagens, ausgesetzt werden, eine vorübergehende Einsenkung von 6 ^{mm} erleiden. Der Gleiskörper ruhe unmittelbar auf den Schraubenpfählen, die sich in den angrenzenden, gufseisernen Tunnelwendungen wie in einer Stopfbüchse bewegen. Statt der stählernen Schraubenpfähle werden hier nun hölzerne Pfähle vorgeschlagen, von denen in einem Tunnelquerschnitte drei eingeprefst werden sollen. Der mittlere Pfahl steht lotrecht, die beiden anderen stehen etwas nach aufsen geneigt. Der Abstand der Pfahlreihen ist ungefähr auf 0,91 ^{m} zu bemessen, sodafs anstatt eines Schraubenpfahles 18 hölzerne Pfähle vorhanden sein würden. Ihre Länge soll 6,70 ^{m} oder nötigenfalls 13,40 ^{m} betragen. Die Pfähle können erst eingeprefst werden, nachdem der eiserne Tunnelmantel im Schutze des Vortriebschildes fertiggestellt ist. Das kurze Schlufssegment des Mantels befindet sich hier in der Sohle. Nachdem es nebst den beiden anschliefsenden Segmenten herausgezogen ist, werden fortschreitend die Pfähle eingetrieben, die darauf mit einem wagrecht abgeglichenen Betonbette umgeben werden. Die anschliefsenden Mantelstücke der Tunnelwandung werden durch Steinschrauben mit dem Betonbette fest verbunden. Hierauf werden unter den zukünftigen Gleisschienen 6,10 ^{m} lange, kräftige I-Träger gelegt, die auch mit Beton eingestampft werden. Aus dem Umstande, dafs die 91 t schweren Triebwagen 9,14 m Länge und 6,10 m Achsstand haben, schliefst der Verfasser, dafs der I-Träger auf seine Länge von 6,10 m als vollkommen starrer Träger wirken müsse. Um die Tragfähigkeit eines Schraubenpfahles mit der von hölzernen Pfählen zu vergleichen, wird ein Schraubenpfahl von 30 m Länge angenommen, der bei dem gewählten Durchmesser einen Querschnitt von 66 qm hat. Da 18 hölzerne Pfähle an Stelle eines Schraubenpfahles eingetrieben werden, so berechnet sich deren Oberfläche bei 25,4 cm Durchmesser und 6,70 m Länge zu 96 qm, ist demnach um 50 $^{0}/_{0}$ höher. Die vorgenommenen Bohrungen unter dem North River zeigen durchweg ein gleichmäfsiges Material, das sich nicht merklich von dem schlechten Felsen unterscheidet, der bei einer Tiefe von 60 bis 90 m angetroffen wird. Die hölzernen Pfähle werden in dem vorgefundenen tonigen Sande genügende Unterstützung und Reibung finden.

*) Engineering News 1903, II.

Das Eintreiben der Pfähle soll mit einem Wasserdrucke von 12 at erfolgen. Zu diesem Zwecke läuft auf einem Gerüste mit Gleis eine Maschine mit einem drehbar gelagerten, hohlen Zylinder, in den die einzutreibenden Pfähle gesteckt werden. Nachdem der Zylinder in die richtige Lage gebracht ist, wird der Pfahl durch einen Kolben heruntergetrieben. Das Eintreiben der Pfähle bis auf ihre richtige Höhe soll durch kleine, mit Prefsluft getriebene Rammen erfolgen, die gleichfalls auf dem Gleise des Gerüstes aufgestellt werden können. Das obere Ende des Zylinders ist mit einer stählernen Haube versehen, die sich beim Einpressen der Pfähle gegen den obern Teil des Tunnelmantels drückt. Die Haube hat eine Druckfläche von 2,3 qm. Die Belastung auf die gleiche Fläche im Tunnelscheitel wird zu 70 t berechnet, sodafs die Pressung des Zylinders gegen den Tunnelmantel keine schädlichen Folgen nach sich ziehen kann.

Der Verfasser ist der Ansicht, seine Bauweise habe den Vorteil, dafs alle Bauvorgänge von dem Eintreiben der Pfähle unabhängig sind und dafs durch die Beseitigung der drei unteren Segmentplatten, die ungefähr ein Sechstel des Gewichtes des Tunnelmantels ausmachen, grofse Ersparnisse entstehen, da billigere Baustoffe an deren Stelle treten.

Hinsichtlich der Tragfähigkeit der vorgeschlagenen Bauart wird bemerkt, dafs das Gewicht der durch den Tunnel verdrängten Erdmassen 74,1 t/m beträgt, während sich das Gewicht des Tunnelmantels mit Betonring, der Betonsohle, der Träger und der beweglichen Last auf 73,2 t/m beläuft. Hieraus ergibt sich, dafs der Tunnel mit der beweglichen Belastung noch um 0,9 t/m leichter ist als die durch ihn verdrängten Erdmassen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines, Beschreibungen und Mitteilungen von Bahn-Linien und -Netzen.

Die Umgehungsbahn bei Mainz mit Überbrückung des Rheines und des Maines.

(Vergl. Organ 1905, S. 37 und Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1904, S. 557.)

Hierzu Plan Abb. 1, Tafel XXIV.

Die am 1. Mai 1904 dem Betriebe übergebene Anlage einer Umgehungsbahn bei Mainz bezweckt durch die Verbindung: Bischofsheim, Mainbrücke, Betriebstation, Rheinbrücke, Mombach, dem rechtsrheinischen Verkehr unter Vermeidung des Umweges über Frankfurt am Main, auf dem kürzesten Wege durchzuführen, und zwar mittels der Betriebstation bei Kostheim zum Anschlusse an und zum Übergange auf die rechtsmainische Taunusbahn. Ferner soll durch sie die alte Gerber'sche Eisenbahnbrücke und die linksrheinische Strecke zwischen dieser und dem Bahnhofe Mainz mit dem einer Erweiterung der Gleisanlage im Wege stehenden Mainzer Tunnel vom Güterverkehre entlastet werden. Daneben ist aber auch durch die neue Rheinbrücke mit den schienenfrei beiderseits von der Umgehungsbahn abgezweigten Anschlufslinien nach Mainz und Curve auch für den Personenverkehr eine unmittelbare Verbindung zwischen den links- und rechtsrheinischen Linien, namentlich auch zwischen Aschaffenburg, Darmstadt, Mainz und Wiesbaden hergestellt.

Aus Abb. 1, Taf. XXIV ist die Lage der Umgehungsbahn zu den rechts- und linksrheinischen und mainischen Linien und den beiden Stromläufen zu ersehen. Die Darstellung ist unter Benutzung der inzwischen erschienenen Ausgabe 1904 der vom Reichs-Eisenbahn-Amte herausgegebenen, lehrreichen, um 39 Seiten vermehrten Sammelung von Übersichtsplänen wichtiger deutscher Abzweigungsstationen*) erfolgt.

Die Vorgeschichte dieser in ihrer Art, besonders durch die hervorragenden Brückenbauten grofsartigen Bahnanlage zeigt schlagend, wie die Lösung wichtiger, längst als notwendig erkannter Forderungen des öffentlichen Verkehres und der Landesverteidigung erst durch die Schaffung einer einheitlichen, durch die Grenzen der Einzelstaaten oder privater Verwaltungen nicht gehemmten grofsen staatlichen Eisenbahnverwaltung ihrer Verwirklichung entgegengeführt werden konnten.

Bei der Linienführung wurden als steilste Steigung für Umgehungsbahn $5\,^0/_{00}$ und als kleinster Krümmungshalbmesser 400 m zu Grunde gelegt.

Die Lage der Rheinbrücke ergab sich durch die Anschlüsse an die Bahnhöfe Mainz und Curve und die Insel Petersau, die der Mainbrücke durch den Anschlufs an Station Bischofsheim und die Kostheimer Schleuse. Die Höhenlagen der Rhein- und Mainbrücke wurden durch die vorgeschriebenen Höhen von 9,40 m und 6,50 m zwischen dem höchsten schiffbaren Wasserstand und der Brückenunterkante festgelegt.

Für den Bau der Umgehungsbahn mufsten die Hafenbahn verlegt und der westliche Anschlufsbahnhof Mombach und die Anschlufsstrecken an den Bahnhof Mainz in städtischem Baugebiete hochgelegt werden.

Die Zugfolge wird durch die Zugfolgestationen Rheinbrücke West und Ost an den Anschlüssen der Personenzug-Gleise Mainz-Wiesbaden an die nur 2 gleisige Rheinbrücke und die Betriebstation bei Kostheim am Anschlusse der Umgehungs-(Güter)-Bahn Bischofsheim-Mombach an die rechtsmainische Taunusbahn geregelt. Die Brückenstationen sind mit elektrisch gesteuerten Prefsluft-Stellwerken von C. Stahmer ausgerüstet. Der zur Ausführung gelangte Bauentwurf ist im November 1901 genehmigt worden, sodafs sich eine Bauzeit von nur etwa 2,5 Jahren ergibt.

Die Brückenbauten zeigen eine aufserordentlich glückliche Lösung der gemeinschaftlichen Aufgaben des Architekten und Ingenieurs. W—e.

*) Berlin, Max Pasch.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Untersuchungsgerüste eiserner Brücken.

(Allgemeine Bauzeitung Wien, 1903, S. 104.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XXII.

Die Beobachtung des Verhaltens schadhafter eiserner Brücken weisen auf die Notwendigkeit besonderer Überwachung und regelmäfsiger Untersuchung der Tragfähigkeit hin. Eingetretene Erschlaffungen von Fachwerkstäben, Lockerung von Nieten, Verbiegungen und Lageänderungen von Teilen, die Erscheinung von Rostflecken und Rissen erfordern Ausbesserungsarbeiten. Die Durchführung solcher Untersuchungen bedingt leichte und sichere Zugänglichkeit aller Teile, also Vorrichtungen zu deren Erzielung.

Für die in geringer Höhe über der Fahrbahn liegenden Teile bietet diese selbst den Boden zur Aufstellung von Leitern und einfachen Gerüsten, sodafs die Obergurte und oberen Verbände erreicht und untersucht werden können. Kann aber die Fahrbahn wegen des freizuhaltenden Raumes und zu starken Verkehres nicht zur Aufstellung von Leitern und Gerüsten benutzt werden, so müssen anderweitige Vorkehrungen verwendet werden.

Die Zugänglichkeit der Fahrbahnträger ist meist schwierig, insbesondere bei Brücken in hoher Lage oder über breiten Strömen. Eiserne Strafsenbrücken, welche den unmittelbaren Verkehrstöfsen mehr ausgesetzt sind, als Eisenbahnbrücken, aufserdem durch das verunreinigte Tagewasser leicht rosten, bedürfen sorgfältigster Überwachung und Erhaltung bei in der Regel schlechter Zugänglichkeit ihrer Tragwerke.

Ein Mittel zur Überwindung dieser Schwierigkeiten bildet die Anbringung von fahrbaren Untersuchungsgerüsten, Fahrstühlen, von denen aus die unter der Fahrbahn liegenden

Teile untersucht und ausgebessert werden. Diese Fahrstühle werden daher bei neuen Brücken gleich ausgeführt.

Im einfachsten Falle besteht ein solcher Fahrstuhl aus einem leichten eisernen Gerüste, das entweder auf in gewissen Abständen an der Brücke befestigten Rollen, oder auf eigenen Rädern bewegt wird, deren zugehörige Laufschienen die Brücke trägt.

1. Fahrstühle auf Rollen laufend. (Abb. 1, Taf. XXII.)

Die soweit bekannt erste Ausführung solcher Fahrstühle fand nachträglich bei der Kaiser Franz Josefs-Brücke bei Wien statt.

Der Fahrstuhl besteht aus zwei Gitterwänden mit untenliegender Dielenbühne von 1 ^{m} Breite. Die Gitterwände werden durch Querbolzen und an den Enden durch je eine 6,98 ^{m} lange Führungsschiene verbunden, welche auf drei 1,87 ^{m} von einander entfernt liegenden Rollen aufliegt. Diese sind mittels kurzer Hängeträger auf Hilfswinkel aufgehängt, welche über die Untergurte der Fahrbahnlängsträger bis zu den Hauptträgergurten reichen.

Dafs der Fahrstuhl nicht auch unter die Hauptträger-Untergurte reicht, ergab sich daraus, dafs er zwischen den Hauptträgerlagern hin über die Pfeiler weg durch alle vier Stromöffnungen laufen soll. Die Untersuchung der Hauptträger-Untergurte und der auskragenden Fufswegträger mufs daher mittels eines besondern, vorübergehend an diese angehängten Verlängerungstückes des Fahrstuhles erfolgen.

Der Fahrstuhl der Traunbrücke bei Lambach mit einer Öffnung von 68 ^{m} Stützweite und Parabelträgern ragt 1 ^{m} über die Tragwände hinaus, sodafs auch die Aufsenseiten der Untergurte erreichbar sind. Der Fahrstuhl besteht aus zwei eisernen Gitterrahmen mit Querrahmen an den Enden, an welchen die über drei Rollen von 15 cm Durchmesser reichenden ⊓-förmigen, an ihren Enden zu Fangtrichtern ausgebildeten Laufschienen befestigt sind. Die Rollen sind mittels Lagerbügeln in 1,5 ^{m} Abstand auf den Untergurten befestigt.

Bei kastenförmigen Untergurten werden die Lagerbügel an die Winkelschenkel der senkrechten Gitterstäbe, bei Doppelgurten nach Erfordernis noch in näheren Abständen an quersteiften Gurtung-Stehblechen befestigt.

Strafsenbrücken mit von den Hauptträgern ausgekragten Fufswegträgern erfordern einen bis unter diese reichenden Fahrstuhl.

2. Auf eigenen Rollen laufende Fahrstühle. (Abb. 2, Taf. XXII.)

Diese Fahrstühle haben an den beiden Enden der Fahrstuhl-Gitterwände zwei Rollen C von 20 cm Durchmesser, welche auf längs der Untergurte mit Spielraum für Nietköpfe, Laschen und Stofswinkel angeschraubten Winkeleisen laufen.

Die auf Rollen an der Brücke laufenden Fahrstühle erfordern durch die zahlreichen Rollen höhere Kosten und sind schwieriger einzurichten. Die auf Laufschienen mit nur vier Rädern rollenden Fahrstühle ecken dagegen leichter und ihre Bewegung wird durch Schmutz auf den Laufschienen erschwert.

3. Untersuchungsgerüste mit Hebevorrichtungen. (Abb. 3, Taf. XXII.)

Ist der Fahrstuhl gegen Beschädigungen durch Eisgang oder Treibholz bei Hochwasser zu schützen, oder genügt die Lichthöhe über den Pfeilern einer Brücke mit mehreren Öffnungen zwischen den Hauptträgerlagern zur Hinüberführung über die Pfeiler nicht, so mufs die Fahrstuhlbühne zum Heben und Senken eingerichtet sein; Brücken mit gekrümmten Untergurten erfordern Heben und Senken des ganzen Fahrstuhles.

Ist nur die Bühne des Fahrstuhles zu heben und zu senken, so erhalten die beiden Gitterwände zwei niedrige versteifte Gitterträger mit Querrahmen an den Enden, wie bei den unter 1 und 2 beschriebenen Fahrstühlen, die zum Teil auseinandernehmbar sind. Zum Heben und Senken dienen zwei in der Nähe des Brückenlagers an den Fahrbahnträgern aufgehängte Hebewerke mit Gallscher Kette, welche vom Fahrstuhle aus eingehängt und bewegt werden können; zum richtigen Eingriffe der Fahrschienen und Rollen bei Fortbewegung des Fahrstuhles dienen besondere Versteifungen und Führungsgabeln. Schwankungen des Fahrstuhles werden durch längs und quer gespannte Ketten verringert.

Statt mit Gallscher Kette kann die Hebung und Senkung der Fahrstuhlbühne mit Schraubenspindeln durch eine zwischen den niedrigen vertieften Gitterträgern eingespannte und ratschenartig bewegte Schraubenmuttern geschehen. Lange Spindeln verbiegen sich aber leicht und werden ungangbar.

Brücken und Bogenuntergurten erfordern eine ihrer Pfeilhöhe entsprechende Höhenbewegung des Fahrstuhles. Hierzu dienen beiderseits aufserhalb der Hauptträger gewöhnlich an den Fufswegkragträgern befestigte I-förmige Laufschienen, auf deren unteren Flanschen je zwei auf vier Rädern rollende, durch einen kräftigen Querbügel verbundene Wagen laufen. Mittels Zahnradübersetzung durch ein Kettenrad wird eins der Räder und mittels Handkette werden diese Wagen von der Fahrstuhlbühne aus in Bewegung gesetzt. Diese selbst wird mittels am Querbügel aufgehängter Flaschenzüge gehoben und gesenkt.

4. Mehrteilige Fahrstühle. (Abb. 4, Taf. XXII.)

Soll ein Fahrstuhl beim Hinüberfahren über Brückenpfeiler hingeführt werden und befinden sich an den Brückenuntergurten ausgekragte Fufswegträger, so werden zur Verkürzung und Verlängerung des Fahrstuhles dienende Anordnungen notwendig. Die Länge des mittlern Teiles ergibt sich aus dem Lichtabstande der Lagerkörper der Brückenuntergurte; in der Regel ist dieser Teil zum Heben und Senken einzurichten.

Ein solcher Fahrstuhl an der Reichsstrafsenbrücke über die Donau zwischen Stein und Mauteren, im ganzen 10,85 ^{m} lang, besteht aus fünf Teilen, einem Mittelteile A von 5,1 ^{m}, zwei ausschiebbaren Teilen B von 2,3 m und zwei Endteilen C von 1,475 ^{m} Länge. Jeder Teil besteht aus zwei Gitterrahmen von 455 ^{mm} oder 400 ^{mm} Höhe, welche durch Querrahmen und einen 5 ^{mm} starken Blechbodenbelag gegenseitig versteift sind. Der mittlere Teil A hängt in geschlossenem Zustande mittels zweier Rollen D von 370 ^{mm} Durchmesser und

vier kleinerer E und E_1 von 140 mm Durchmesser auf den Gurtwinkeln von A, sodafs die Rollen E und D, letztere oben, diese berühren. Die beiden anderen Teile B und C werden durch Laschen mit Schrauben aneinander gekuppelt.

Als Fahrstuhlgleise dienen unter dem Fufswege liegende, an Kragträger angehängte I-Längsträger, auf deren unteren Flanschen paarweise vier Räder von 12 cm Durchmesser laufen. Ein Paar ist durch Zahnräder gekuppelt und wird mit Kegelrädern durch ein auf der Achse K sitzendes Handrad in Bewegung gesetzt; die mit zur Fortbewegung der Teile B und C dienende verlängerte Achse K ist zwischen allen fünf Teilen des Fahrstuhles gekuppelt, um beim Überschreiten eines Pfeilers den Teil B und A zurückschieben zu können, während die Teile C am Fahrstuhlgleise unter dem Fufswege hängen bleiben und mit einer auf die Achse gesteckten Handkurbel an dem Pfeiler vorbeibewegt werden.

Trotz seiner mehrfachen Teile bedarf dieser Fahrstuhl zu seiner Bewegung nur zweier Schlosser und zweier Arbeiter.

Bei Brücken, deren Tragwerksteile sich auf die Gurtung der Hauptträger beschränken, genügen einfache Klappen zur Verlängerung des mittlern Teiles des Fahrstuhles, die zum Hinausschieben oder Umlegen eingerichtet sind.

Brücken mit sehr hohen Tragwerken erfordern teilweise oder ganz umschliefsende Gerüste und dem gröfsern Gewichte entsprechend kräftigere Bewegungsvorrichtungen.

P—n.

Über Eisenbeton.

(Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer 1904, November, S. 1351. Mit Abb.)

Ein von W. Ast erstatteter Bericht über Eisenbeton bespricht die angewendeten Bauweisen und die damit ausgeführten Bauwerke, die bezüglich der Bewährung gewonnenen Erfahrungen, sowie die neueren theoretischen Erkenntnisse und kommt zu folgenden Schlufsfolgerungen:

1. Der Eisenbeton hat bei den Eisenbahnen eine vielseitige und umfangreiche Anwendung gefunden. Er erscheint sowohl vom technischen als auch wirtschaftlichen Standpunkte aus wohl geeignet, mit den Mauerwerks-, Holz- und Eisenbauten in erfolgreichen Wettbewerb zu treten. Da dieses Urteil bereits nach einer nur zehnjährigen Verwendung des Eisenbetons abgegeben werden konnte, so ist dieser neuen Bauweise um so sicherer eine bedeutende Zukunft vorauszusagen, als sie von Tag zu Tag neue Verbesserungen und Vervollkommnungen erfährt. Die weitere Anwendung des Eisenbetons wird den Eisenbahn-Verwaltungen seitens des Berichterstatters dringend empfohlen.
2. Unter den bisher angewendeten Eisenbeton-Bauarten gebührt der Bauart Hennebique und allen solchen Bauarten, welche auf wissenschaftlicher Grundlage und in vernünftiger Weise ausgebildet sind, der Vorzug vor den anderen.

—k.

Maschinen- und Wagenwesen.

Vierzylindrige Verbund-Lokomotive, Bauart Cole, für die New-York Zentral-Bahn.

(Railroad Gazette 1904, S. 360. American Engineering and Railroad Journ. 1904, S. 240. Mit Zeichnungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 bis 8 auf Tafel XXII.

Die Vierzylinder Verbund-Lokomotive mit Kraft- und Massenausgleich macht auch in den Vereinigten Staaten von Amerika Fortschritte. Die erste dieser Art war die früher*) beschriebene 20000. Lokomotive der Baldwin-Werke, Bauart Vauclain, der Bauart v. Borries**) nachgebildet, bei welcher alle vier Kolben die vordere Triebachse antreiben. Jetzt tritt die American Locomotive Co. mit der Bauart Cole hervor, welche der Bauart de Glehn**) nachgebildet ist, mit der Abänderung, dafs die innen liegenden Hochdruckzylinder die erste, die aufsen liegenden Niederdruckzylinder die zweite Triebachse treiben. Beide amerikanischen Anordnungen unterscheiden sich von ihren europäischen Mustern dadurch, dafs beide Zylinder einer Seite durch einen Kolbenschieber gesteuert werden, die Vorteile gröfserer Füllungen in den Niederdruckzylindern also zu Gunsten der Einfachheit aufgegeben sind.

Die nach dem Entwurfe von F. J. Cole gebaute 2/5 gekuppelte Lokomotive ist in Abb. 5 bis 8, Taf. XXII dargestellt. Sie ist in St. Louis ausgestellt und soll nach Schlufs der Ausstellung in Dienst gestellt werden. Einige Probefahrten sind bereits mit befriedigendem Erfolge ausgeführt.

Die innen vor der Rauchkammer liegenden Hochdruckzylinder treiben die vordere Triebachse (Abb. 6, Taf. XXII), die Niederdruckzylinder liegen aufsen neben der Rauchkammer und treiben die zweite Triebachse. Die inneren Kurbelstangen sind kürzer, als die äufseren. Die Kurbeln der hintern Triebachse sind gegen die auf derselben Seite liegenden Kurbeln der vordern Triebachse um 180° versetzt. Bei der Bauart de Glehn liegen die Hochdruckzylinder in der Regel aufsen und soweit zurück, dafs alle Kurbelstangen gleich lang ausfallen.

Für beide Zylinder jeder Seite ist nur eine Schwingensteuerung vorhanden, welcher die Kolbenschieber (Abb. 8, Taf. XXII) gemeinsam treibt. Diese haben dieselbe Bauart, welche die Schenectady-Werke bei ihrer Tandem-Verbund-Anordnung benutzen. Hochdruck- und Niederdruckschieber sitzen auf derselben Stange. Der Dampf geht vom Hochdruck- zum Niederdruck-Zylinder durch Kolbenschieber und die beiden Schieberäume verbindende Stopfbüchse. Die Steuerung erzielt also ebenso wie die von Vauclain keine verschiedenen Füllungsgrade.

Wegen des Ausgleichs der Triebwerksmassen ohne Gegengewichte hat die New-York Zentral-Bahn bei den Triebrädern 12,5 t Raddruck zugelassen, 1,13 t mehr, als bisher.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind folgende:

*) Organ 1903, S. 25.

**) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Aufl., Bd. I. C. W. Kreidel, Wiesbaden.

Durchmesser des Hochdruckzylinders d =	.	394 mm
« « Niederdruckzylinders d_1 =	.	660 «
Kolbenhub h	.	660 «
Triebraddurchmesser D	.	2007 «
Heizfläche H	.	272 qm
Rostfläche R	.	4,67 qm
Dampfüberdruck p	.	15,4 at
Heizrohre	Länge .	4877 mm
	Durchmesser .	50,8 mm
	Anzahl .	390
Kleinster Durchmesser des Kessels	.	1795 mm
Gewicht im Dienste	Triebachslast L_1 .	50 t
	im ganzen L .	91 t
Inhalt des Tenders	Wasserbehälter .	27,2 cbm
	Kohlenraum .	9 t
Verhältnis H : R	.	58
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : L	.	3,0 qm/t
Zugkraft	$Z = 0,385 . p . \frac{d_1^2 h}{D}$.	8500 kg
	für 1 qm Heizfläche Z : H .	31,2 kg/qm
	für 1 t Dienstgewicht Z : L .	93,5 kg/t
	für 1 t Triebachslast Z : L_1 .	170 kg/t.

P—g.

Lokomotivlaternen.

Master Mechanic's Association, Juni 1903*).

Die amerikanischen Lokomotiven tragen bekanntlich nur eine grofse Kopflaterne. Als Brennstoff wurde bisher hauptsächlich Öl, meist Kerosinöl, verwendet. Leuchtgas wird, obgleich für die Zugbeleuchtung viel verwendet, für die Lokomotivlaternen kaum benutzt, dagegen findet jetzt Azetylen und Elektrizität in stärkerem Mafse Eingang. Von 41300 Lokomotiven der Vereinigten Staaten brennen etwa 1650 Azetylen und 3200 besitzen elektrische Kopflaternen, in deren Gehäuse ein kleiner Stromerzeuger eingebaut ist, meist mit einer Dampfturbine unmittelbar gekuppelt.

Da die Kopflaterne nicht wie hier hauptsächlich zur Signalgebung, sondern zu der in Amerika sehr nötigen Streckenbeleuchtung dient, so wird die elektrische Laterne immer mehr Eingang finden. Die Anschaffungskosten betragen allerdings 900 M., gegenüber 450 M. für Azetylenlaternen und 110 M. für Öllaternen. Die Betriebskosten stellen sich nach eingehenden Vergleichsversuchen einer Bahn bei Öl, Azetylen und Elektrizität wie 1 : 2,55 : 2,25, während sich die Lichtstärken wie 1 : 8 : 50 verhalten. Die Kosten des Öles betrugen dabei 16,4 Pf. für das l und die des Karbids 49 Pf. für das kg; letzteres war also etwa 80 % teurer als hier.

Eine andere Vergleichsreihe bezieht sich auf die Unterhaltungskosten von Öl- und Azetylenlaternen. Eine Bahn mit 450 Lokomotiven gibt die Unterhaltungskosten einschliefslich der Erneuerung ganzer Laternen bei Öl zu 37,50 M., bei Azetylen zu 22,00 M. für die Lokomotive und das Jahr an.

Die Brennstoffkosten betrugen für Öl des Preises 8,6 Pf./l 1,42 Pf., für Azetylen beim Preise des Karbids von 32 Pf./kg 2,46 Pf. für die Brennstunde; Angabe der Lichtstärken fehlt. Die Hauptersparnisse bei den Unterhaltungskosten beruhen darauf, dafs die Azetylenlaternen weniger Spiegel und keine Zylinder gebrauchen. Bei den höheren Petroleum- und den niedrigeren Karbidpreisen in Deutschland dürfte sich die Azetylenlaterne hier bezüglich der Brennstoffkosten kaum teurer erweisen, als die Petroleumlaterne.

M—n.

*) Organ 1901, S. 35; 1902, S. 87; 1904, S. 174 bis 176; 1905, S. 61.

Signalwesen.

Die gebräuchlichsten Bauarten der Funkentelegraphen und ihre gegenwärtige Anordnung.

(Archiv für Post und Telegraphie Nr. 4, Februar 1904.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 10 auf Tafel XXI.

Jede der zur Zeit gebräuchlichsten Funkentelegraphen-Bauarten von Marconi, Slaby-Arco und Braun-Siemens arbeitet mit elektrischen Wellen einer bestimmten Wellenlänge; die Wellen einer Bauart stimmen mit denen aller Anlagen derselben Bauart überein. Bezüglich aller Wellen der Geber- und Senderstation einer Funkentelegraphenanlage herrscht vollständige Übereinstimmung, mögen die die Wellen erzeugenden Strombahnen offen oder geschlossen sein. Die Bedingung der Übereinstimmung wird dadurch erfüllt, dafs die Ergebnisse aus Stromaufnahme und Selbstinduktion der einzelnen Kreise einander gleich gemacht werden. Stromaufnahme und Selbstinduktion brauchen aber jedes für sich in den einzelnen Stromkreisen nicht gleich zu sein, in dem einen kann beispielsweise die Stromaufnahme geringer sein, als im andern, wenn er dafür eine gröfsere Anzahl Drahtwindungen, also gröfsere Selbstinduktion enthält.

Marconi und Slaby-Arco benutzen geerdete Luftleiter, bei Braun-Siemens ist die Erdleitung durch einen als elektrisches Gegengewicht wirkenden, gut stromdicht aufgehängten Zinkzylinder ersetzt. Die übrigen Unterschiede sind nur unwesentlich, gemeinsam ist ihnen der Braun'sche geschlossene Leydener Flaschen-Stromkreis zur Erzeugung der elektromagnetischen Wellen.

1. Bauart Marconi.*)

Schaltung. — Die Luftleitung A (Abb. 1, Taf. XXI), ein einfacher, senkrecht in der Luft aufgehängter Draht oder ein Drahtnetz, dessen Eigenschwingung $^1/_4$ der benutzten Wellenlänge beträgt, ist über eine regelbare Selbstinduktionsrolle S J und die erregte Spule einer Übertragungsrolle U mit der Erde verbunden. Der geschlossene Schwingungskreis für die Wellenerzeugung enthält die durch einen Induktor J gespeiste Funkenstrecke F, einen Hochspanner C, bestehend aus einer Anzahl Leydener Flaschen, und die erregende Wickelung der Übertragungsrolle U. Die Abstimmung des geschlossenen

*) Organ 1897, S. 210; 1899, S. 131; 1903, S. 131.

Schwingungskreises auf die bestimmte Wellenlänge erfolgt durch Änderung der Zahl der Leydener Flaschen. Zur Abstimmung der offenen Strombahn des Luftleiters genügt eine Veränderung der Lage des Schiebers S der regelbaren Selbstinduktionsrolle, durch den mehr oder weniger Windungen in die Strombahn eingeschaltet werden.

Die Welle der offenen Strombahn wird durch Hinzuschaltung von Windungen der Selbstinduktionsrolle vergröfsert und durch Ausschaltung von Windungen verringert.

Der Geberdraht dient nach entsprechender Umschaltung als Empfangsdraht; er enthält die gleiche regelbare Selbstinduktionsrolle, dagegen für die Übertragung der aufgesaugten elektrischen Wellen in den Fritterstromkreis einen Übertrager Ue besonderer Bauart. Neben die erregende Spule des Übertragers ist noch ein kleiner Hochspanner C geschaltet. Der Fritterstromkreis enthält den Fritter, zwei symmetrisch zum Fritter angeordnete regelbare Selbstinduktionsspulen SJ_1 und SJ_2 und die beiden erregten Spulen des Übertrages, zwischen die ein kleiner Platten-Hochspanner C_1 geschaltet ist. Neben den Fritterstromkreis geschaltet liegt der Stromkreis für die Zeichenaufnahme, der aus einem Magnetschalter R zur Betätigung eines Morseschreibers, den Zellen B und zwei Rollen mit hoher Selbstinduktion SJ_3 und SJ_4 besteht, welche den Übertritt der Wellen des Fritterstromkreises in den Stromkreis des Magnetschalters verhindern. Ist die Verwendung langer Luftdrähte nicht angängig, so werden sie durch eine aus zwei Metallzylindern bestehende Raa ersetzt.

Als Wellenanzeiger verwendet Marconi jetzt meist noch seinen Nickel- und Silberfeile-Fritter.

Der Übertrager. Da die Wirkung der Wellen auf den Fritter, der einen Hochspanner von sehr kleiner Aufnahmefähigkeit darstellt, und daher nur durch die Spannung, nicht durch die Stromstärke beeinflufst wird, so wird in den Empfängerstationen für Funkentelegraphie allgemein unter Verwendung geeigneter Aufspanner die Spannung auf Kosten der Stromstärke erhöht, das heist, die elektrische Kraft der Welle wird auf Kosten der magnetischen gesteigert. Die hohe Bedeutung dieser Aufspannung zur Erzielung gröfserer Reichweiten hat Marconi von vornherein erkannt; sie hat ihn zur Ausbildung zahlreicher Arten von Hochspannern veranlafst, von denen sich die folgenden beiden am besten bewährt haben. Die erregende Spule des einen besteht aus 100 Windungen eines 0,37 mm starken, durch Seide abgesonderten Kupferdrahtes, der auf ein Glasrohr von 6 mm Durchmesser gewickelt ist; der erregte Kreis enthält einen in gleicher Weise abgesonderten Kupferdraht von 0,19 mm Stärke und ist in zwei Spulen geteilt. Die Windungen des letztern Kreises beginnen in der Mitte und sind in derselben Richtung geführt, wie die der erstern; jede Hälfte umfafst 500 Windungen, die sich in abnehmender Zahl von 77 bis 3 Windungen auf 17 Lagen verteilen, wie Abb. 2, Taf. XXI darstellt.

Bei der zweiten Ausführung (Abb. 3, Taf. XXI), die jetzt in den Marconi-Stationen fast ausschliefslich zur Anwendung kommt, besteht der erregende Kreis aus 50 Windungen eines 0,7 mm starken Drahtes, und der erregte enthält in jeder Spulenhälfte 160 Windungen eines 0,05 mm starken Drahtes, die aber nur eine Lage bilden. Der Kern besteht aus einer Glasröhre von 25 mm Durchmesser. Dieser Aufspanner soll am besten wirken, wenn die erregten Windungen ungefähr dieselbe Länge haben, wie die Antennen und die Windungslage etwa 2 mm von den Windungen der erregenden Spule entfernt angeordnet ist. Die erregte Wickelung hat dann annähernd dieselbe Selbstinduktion wie der Luftleiter. Zwischen die erregten Spulen beider Aufspanner ist der Hochspanner C des Fritter- und Magnetschalter-Stromkreises der Empfängerstation eingeschaltet.

Die transatlantischen Marconi-Stationen sind ihrer Einrichtung nach nicht zuverlässig bekannt. Die Station Poldhu soll anfänglich mit einem Wechselstromerzeuger W (Abb. 4, Taf. XXI) von rund 70 P. S. gearbeitet haben, dessen Strom durch einen Aufspanner auf 20 000, nach anderen Angaben auf 60 000 bis 100 000 Volt gebracht wurde. Diese Spannung wurde weiter noch wesentlich durch Übertragung in zwei aus je einer Funkenstrecke und einem Hochspanner C bestehende, durch einen Tesla-Aufspanner T gekuppelte Wellenkreise erhöht. Aus dem zweiten dieser Kreise wurden die elektrischen Schwingungen dann mittels Induktion durch einen Aufspanner gewöhnlicher Bauart auf die offene Strombahn des geerdeten Luftleiters übertragen. Jeder der Hochspanner C hat eine Aufnahmefähigkeit von etwa 1 Mikrofarad und besteht aus 18 bis 20 neben einander geschalteten Zellen in Trogform. Jede Zelle enthält in einem mit gekochten Leinöle gefüllten Troge 20 Glasscheiben, mit je einer Zinnfolie von 30 qcm Fläche zu beiden Seiten belegt.

Neuerdings soll bei der Station Poldhu nur ein einziger Aufspanner zur Anwendung kommen, der die Hochspanner des Erregerkreises von zusammen 1,5 Mikrofarad Aufnahmefähigkeit mit 50 000 Volt ladet.

Das Luftleitergebilde der Station Poldhu ist an vier 64 m hohen Holztürmen aufgehängt, die in den Ecken eines Quadrates von 60 m Seitenlänge aufgestellt sind. Zwischen den Spitzen der Türme sind in den Seiten des Quadrates Kabel stromdicht aufgehängt. An jeder Seite sind 100 blanke Kupferdrähte in 50 cm Teilung an den Kabeln befestigt und unter einem Winkel von 45° nach unten geführt. Die 400 Drähte bilden so einen pyramidenförmigen Luftleiter, dessen Spitze nach unten gerichtet ist; diese steht durch einen stromdicht durch das Dach des unter ihr liegenden Gebäudes führenden Leitungsdraht mit der Station in Verbindung.

Die selbsttätige Blocksignal-Anlage von Natalis auf der Schwebebahn Barmen-Vohwinkel.

(Dinglers polytechnisches Journal Bd. 317, 1902, Heft 8.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXV.

Bei der 13,8 km langen Schwebebahn Barmen-Vohwinkel erforderte die in Aussicht genommene grofse Fahrgeschwindigkeit und die dichte Zugfolge besondere Zugdeckungssignale und Weichensicherungen, welche von F. Natalis, Oberingenieur der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert u. Co., Nürnberg, entworfen und durch dieses Werk ausgeführt sind,

um als elektrische selbsttätige Blockposten und Blocksignale die Stationsbeamten von der Verpflichtung zur Rückmeldung der Züge und zur Bedienung von Streckensignalen zu entlasten.

Die Einrichtung der Blockstellen besteht für jede Fahrrichtung in jeder Station aus zwei örtlich von einander getrennten Teilen, nämlich aus der Signal-Vorrichtung im Stationsgebäude und aus der Signal-Vorrichtung auf der Strecke.

Die Vorrichtung im Stationsgebäude (Abb. 1, Taf. XXV) umfafst in einem Kasten die auf einem gemeinsamen Schaltbrette angebrachten Elektromagnete und Stromschliefser. Diese sind für jede Zugrichtung in ganz gleicher Form vorhanden und symmetrisch im Kasten nebeneinander angeordnet; jeder Satz bildet also für sich ein »Blockfeld«.

Für den Stationsleiter sind von unmittelbarer Wichtigkeit nur die Überwachungsglühlichtlampen G_1 R_1, G_2 R_2, nämlich für jede Richtung je eine grüne für »Fahrt« und eine rote für »Halt«, von denen immer die eine oder andere brennt und so anzeigt, ob die Fahrt zur Nachbarstation erlaubt oder verboten ist. Aufserdem befinden sich im Kasten für beide Fahrrichtungen die Notumschalter U_1 und U_2, mit deren Hülfe der Stationsleiter durch Umdrehen eines Ebonitknopfes einem Zuge aus eigenem Ermessen die Ausfahrt jederzeit, also auch dann verbieten kann, wenn das Streckensignal »Fahrt« zeigt. Dagegen ist es dem Stationsleiter nicht möglich, das bezüglich einer Strecke bestehende Fahrverbot in »Fahrt« umzustellen; letzteres kann nur selbsttätig durch die Züge geschehen.

Die Signalvorrichtung auf der Strecke (Abb. 2, 4 und 5, Taf. XXV) bringt die Signalzeichen bei Tage wie bei Nacht in gleicher Weise gültig zur Darstellung. Nach Abb. 4 und 5, Taf. XXV ist die Streckensignalvorrichtung in einem Blechkasten untergebracht, welcher vier hintereinander geschaltete grüne Glühlichtlampen G_1 G_2 G_3 G_4 und vier hintereinander geschaltete rote R_1 R_2 R_3 R_4 für das »Fahrt«- und »Halt«-Signal enthält.

Alle Glühlichtlampen der Stations- und Streckensignalvorrichtung haben 32 H. K. Leuchtstärke und 120 volt Spannung.

Die roten und grünen Lampen sind in zwei getrennten Reihen geschaltet und mit einem im Hintergrunde des Kastens K befindlichen Lampenprüfer verbunden, um durchgebrannte Lampen leichter aufzufinden. Zwecks Lampenauswechslung befinden sich Lampenkörper und Lampenprüfer auf einer herausnehmbaren Standplatte, welche durch Steckstromschliefser mit den Stromzuleitungen verbunden ist.

An den die Lampen enthaltenden Raum K schliefst sich ein der Station zugewendeter trichterförmiger 500^{mm} breiter 600^{mm} hoher Blechkasten K_1 an, welcher das störende Tageslicht abzuhalten bestimmt und von ersterm durch eine matte Glastafel S getrennt ist, die die grünen und roten Signallampen durchscheinen läfst. Das Signal ist in einer solchen Höhe aufgehängt, dafs das Signalbild in das Sehfeld des Zugführers fällt, sobald der Zug die Station erreicht.

Abb. 3, Taf. XXV veranschaulicht die Anordnung und Schaltung der Stations- und Streckensignale sowie deren Verbindung untereinander für zwei aufeinander folgende Stationen VI und VII, und zwar nur für eine Fahrtrichtung und in einer verbesserten Anordnung, wie sie nach eingehenden Versuchen auf der ganzen Strecke ausgeführt ist.

Die Blocksignale befinden sich etwa 30^{m} hinter dem Ende der Bahnsteighalle und werden durch Zweigströme aus der Arbeitsleitung A der Wagenzüge, welche als Hinleitung aller Ströme dient, gespeist und in Betrieb gesetzt, während die Rückleitung durch die Schienen gebildet wird.

Um an Strom zur Speisung der Blocksignale zu sparen, werden diese erst wenn die Züge die Haltestelle erreichen, sichtbar gemacht und verschwinden sofort wieder, nachdem die Züge die Haltestelle verlassen und die vorliegende Strecke geblockt haben, indem durch sowohl 100^{m} vor, als auch 20^{m} hinter dem Blocksignale von der Arbeitsleitung mittels Nebenschleifen umgangene, 3 bis 4^{m} lange von der Arbeitsleitung stromdicht getrennte Schienenstrecken I_6, I_7 und i_6, i_7 eingelegt und in der dargestellten Weise durch Leitungen mit den Blockwerken verbunden sind.

Je eine besondere, längs der ganzen Bahn von Station zu Station laufende Leitung L_5. L_6, L_7 dient ausschliefslich den Entblockungströmen.

Die unterhalb der Arbeitsleitung A dargestellten Elektromagnete und Umschalter für eine Fahrrichtung der Züge bilden die Hälfte der Blockeinrichtung im Stationsgebäude, neben der ein ganz gleicher, in Abb. 3, Taf. XXV nicht dargestellter Satz ohne Verbindung mit dem ersten für die andere Fahrrichtung vorhanden ist.

Die Blocksignaleinrichtungen der Strecke bestehen nach Abb. 3, Taf. XXV aus den grünen und roten Glühlichtlampen g_6 r_6, g_7 r_7, während die Lampen G_6, G_7 und R_6, R_7 Prüflampen im Stationsblocke sind.

Ein zwischen den beiden Stationen VI und VII in der Pfeilrichtung fahrender Zug ist in VI durch schwarzes Licht am Streckensignal gegen jeden nachfahrenden Zug gedeckt, da die bei l_6 von der Arbeitsleitung abzweigende, über den Notumschalter U_6, ferner über s_6, den Ankerarm a_6 führende Lichtstromschleife an dem Stromschliefser d_6 unterbrochen ist. Legte der Stationsleiter bei diesem Zustande etwa den Hebel des ihm zur Verfügung stehenden Notumschalters U_6 um, so dafs nicht der Strom über n_6, sondern der über k_6 geschlossen wäre, so erleidet dadurch das am Blockposten VI bestehende Fahrverbot keine Änderung, aber das vorher schwarze Signal zeigt jetzt ein grelles »Rot«, wodurch in Notfällen ein verstärktes Fahrverbot gegeben ist.

Erreicht der von VI nach VII fahrende Zug Station VII, so findet er entweder die besprochene Signallage vor, wie sie in Abb. 3, Taf. XXV für Station VI dargestellt ist und darf dann seine Fahrt nicht fortsetzen, oder er findet die in Abb. 3, Taf. XXV für Station VII gezeichnete Signallage vor. Dann ist die Weiterfahrt gestattet, denn hier stehen die grünen Lampen in der Beleuchtungschleife l_7, U_7, n_7, s_7, a_7, Stromschliefser c_7, B_7, H_7, C_7, G_7, g_7, o_7 unter Strom, die als Signal für »Fahrt« gelten.

Macht der Stationsleiter bei dieser Lage von seinem Notumschalter Gebrauch, so unterbricht er bei U_7, n_7 den Weg zu

den grünen Lampen, und setzt dafür durch den Stromschlufs U_7, k_7 die roten unter Strom.

Durch Befahren der Sonderstrecke J_7 wird die eigentliche Signalgebung jedoch erst eingeleitet. Ist die Strecke besetzt, so erscheint überhaupt kein Licht (schwarz = Halt), ist dagegen die Strecke frei, so erscheint grünes Licht an den Lampen g_7. Setzt sich nun der Zug nach ordnungsmäfsiger Stellung des Signales auf »Fahrt« wieder in Bewegung, so trifft er etwa 50 m hinter Station VII auf die Sonder-Schienenstrecke i_7; hierbei gelangt, sobald der Stromabnehmer x_1 i_7 berührt, von A aus ein Strom über x_2, x_1 und i_7 in die Blockeinrichtung der Station VII, welcher über die Spulen der Elektromagnete E_7 und e_7, dann über z_7 läuft. Dadurch wird der Anker A_7, welcher vor dem Elektromagneten M_7 stand, nach links geworfen und der Stromschlufs des Ankerhebels a_7 bei c_7 ausgeschaltet. Damit ist die Umschaltung der Lichtstromschleife von grün auf schwarz bewirkt und die erste und wichtigste Aufgabe, die Selbstdeckung des Zuges, erfüllt.

Die mit dem Umwerfen des Ankers A_7 verbundene Umlegung eines bis dahin abgezogenen Ankerarmes h_7 auf den Stromschliefser b_7 bereitet die Entblockung der Station VI vor, zugleich bewirkt dieses auch die Betätigung des Elektromagneten e_7, durch welche die auf der Ankerachse sitzende Schneppergabel p_7, q_7 etwas links verschoben wird, sodafs der seitlich angebrachte dreieckige Fangstift y_7 eines Ausrückhebels, welcher von der Spannfeder v_7 des Ankers eines zweispuligen Elektromagnetes m_7 beinflufst ist, seinen Halt am Schnepper p_7 verliert und nach oben ausweicht, wobei er vom zweiten Schnepper q_7 festgehalten wird. Beide Schnepper sind ähnlich der Ankerhemmung einer Uhr ausgebildet.

Sobald jedoch der Stromabnehmer x_1 des fahrenden Zuges die Strecke i_7 verläfst, hört der soeben beschriebene Zweigstrom über E_7 und e_7 wieder auf, sodafs der Anker A_7 seine Stellung vor E_7 unverändert beibehält, der Anker des Elektromagneten e_7 jedoch abreifst, die Gabel p_7, q_7 in ihre Ursprungslage nach rechts zurückgeht. Nun kann y_7 vollständig aus der Gabel herausschlüpfen und der Arm j_7 sich unter dem Zuge der Abreifsfeder v_7 auf den Stromschliefser w_7 legen. Der Arm j_7 sitzt wie y_7 auf der Drehachse des Ankers von m_7 fest.

Kurz nach diesen Vorgängen gelangt nun der Zug mit seinem hintern Stromabnehmer x_2 auf i_7, und es entsteht ein zweiter Strom von A über x_1, x_2 und i_7. Dieser verläuft einerseits wieder über E_7 und e_7, ohne an der Lage im Blockwerke in VII etwas zu ändern, anderseits findet er von x_7 aus einen zweiten Weg über j_7, w_7, t_7, h_7, b_7, P_7 und die Fernleitung L_6 nach VI, wo er über M_6, m_6, y_6 und z_6 zur Rückleitung F gelangt. Hierdurch wird in VI der Anker A_6 nach rechts geworfen, wobei die Stromwege a_6, d_6 und b_6, h_6 unterbrochen werden, jener bei a_6, c_6 sich schliefst; zugleich zieht der Elektromagnet m_6 seinen Anker an und löst den Stromschlufs bei j_6, w_6 aus, zieht den Anker von m_6 so weit an, dafs der Fangstift y_6 wieder in die Schneppergabel p_6, q_6 hineingedrückt wird, wo er nach Aufhören der Erregung von m_6 vom Schnepper p_6 festgehalten wird.

Dieser zweite Strom bewirkt ferner in VII die Unterbrechung des Stromweges C_7, H_7, weil der Anker T_7 vom Elektromagneten P_7 nach links gezogen wird.

Auf diese Weise wird die Freigabe des grünen Lichtes in VI vorbereitet und das dort bestehende Fahrverbot aufgehoben und aufserdem das ganze Werk für die nächste Zugdeckung vorbereitet. Bis der Zug die Sonder-Strecke i_7 ganz überfahren hat, tritt also in Station VII genau die Stellung ein, wie in Abb. 3, Taf. XXV für Station VI gezeichnet, in letzterer dagegen die in derselben Abb. dargestellte Lage der Station VII; diese zeigt dann schwarz, während in VI grünes Licht vorbereitet ist.

Hieraus folgt der wichtige Umstand, dafs die beim Überfahren der Sonder-Strecke i_7 erfolgende zweite Stromgebung, durch welche das Fahrverbot in der rückliegenden Nachbarstation aufgehoben wird, tatsächlich nur erfolgen kann, wenn sich der rückmeldende Zug vorher richtig gedeckt hat, weil der Blockstrom seinen Weg über h_7, b_7 nehmen mufs, dieser Stromschlufs aber wieder an die Lage des Ankers A_7 gebunden ist, bei welcher die grünen Lampen nicht mehr unter Strom stehen.

Die beiden Elektromagnete e_7 und m_7, welche durch Verkettung ihrer Anker verhüten, dafs der gleichsam als Zustimmung-Stromschlufs wirkende Stromweg j_7, w_7 gleich bei der ersten Stromgebung durch den Zug geschlossen wird, machen es noch besonders unmöglich, dafs durch Nebenschlüsse oder andere Zufälle eine Aufhebung des Fahrverbotes vorkommt, bevor der in Frage stehende Zug den Blockabschnitt wirklich verlassen hat.

Der Hauptvorzug dieser ganzen Anordnung liegt besonders in den eben besprochenen Abhängigkeiten, denn treten Störungen irgend welcher Art ein, so können sie höchstens eine Verzögerung der Zugfolge, aber niemals ein gefährliches Signalbild zur Folge haben.

Löst sich ein Anschlufs in den Stromwegen, bricht eine Leitung oder versagten die beiden Signalströme aus irgend einem Grunde, so bleibt der in Frage kommende Zug für alle Fälle durch die rückliegende Blockstelle gedeckt. Oder bliebe zufällig nur einer der beiden Signalströme aus, so erfolgt dennoch die Selbstdeckung des Zuges, wenn auch die Rückmeldung unterbleibt; der betreffende Zug ist dann durch zwei Blockstellen gedeckt. Bliebe endlich der Strom in der Arbeitsleitung aus, so erlöschen alle Lampen innerhalb des betroffenen Leitungsabschnittes und Fehlen der Signale gilt als Fahrverbot. Eine falsche Signalstellung durch Stromübergang auf die Signalleitungen wird dadurch verhindert, dafs diese als Kabel mit geerdeter Drahtbewehrung ausgeführt sind.

Solange sich ein Zug zwischen VI und VII bewegt, wird er in VI gedeckt sein müssen, in VI dürfen also keine grünen Lampen brennen, was dadurch tatsächlich erreicht ist, dafs in der betreffenden Lichtstromschleife sowohl bei c_6 als bei C_6 Unterbrechungen bestehen.

Im ganzen bewirkt also jeder Zug, wenn er eine Blockstelle durchfährt, zuerst seine eigene Deckung durch Auslöschen des grünen Lichtes, dann die Aufhebung des Fahrverbotes an der rückliegenden Blockstelle, ohne jedoch die grünen Lampen anzuzünden. Das Anzünden geschieht erst durch den Folgezug

bei der Einfahrt in die Station; da zwischen den hierbei in Betracht kommenden Stromkreisen und der übrigen Anordnung keine Abhängigkeit besteht, so bleibt es für die richtige Abwickelung der selbsttätigen Signalvorgänge ganz gleich, ob die Rückmeldung zur Zeit der Zugeinfahrt bereits eingetroffen ist oder nicht.

An dem Wesen der Signalgabe wird durch die Unterdrückung des roten Lichtes nichts geändert, denn grünes Licht bedeutet »Ausfahrt erlaubt«, rotes Licht oder kein Licht »Ausfahrt verboten«. Der Zugführer darf keine Station verlassen, wenn das Blocksignal nicht grünes Licht zeigt.

Elektrische Eisenbahnen.

General Electric Company.

(Electrical World and Engineer 1904, 7. Mai.)

Wir entnehmen dem Geschäftsberichte der Gesellschaft 1903 folgende bemerkenswerten technischen Angaben: Die Lieferungen umfafsten im Jahre 1903 Stromerzeuger, Umformer von Wechselstrom in Gleichstrom und Dampfturbinen mit 900 000 P. S. Leistung, Auf- und Abspanner von 650 000 P. S., 7 000 Bahntriebmaschinen von 300 000 P. S., mehr als 15 000 Wechselstrom- und Gleichstromantriebe, 75 000 Bogenlampen und 110 000 Elektrizitätsmesser.

Die von der Gesellschaft mit elektrischem Betriebe eingerichtete Manhattan-Hochbahn in New-York*) beförderte täglich 1 Million Fahrgäste, wobei sich kein durch die »dritte Schiene« verursachter Todes- oder Unglücksfall ereignet hat. Die Umwandlung des Dampfbetriebes auf der Stadtstrecke der New-York-Zentralbahn in elektrischen ist im Gange. Hierbei kommt das Bahnnetz bis 54 km Entfernung vom Stadtmittelpunkte in Betracht, wozu 30 Lokomotiven zu je 2500 P. S. in Bestellung gegeben wurden.

*) Organ 1904, S. 45.

Die Sätze der Betriebsausgaben der von der Gesellschaft mit elektrischen Betriebseinrichtungen versehenen Bahnen ermäfsigten sich gegenüber denen des früheren Dampfbetriebes im Laufe der Zeit wie folgt: Bei der Südseite-Hochbahn in Chicago von 69,1 % auf 44,1 %; bei der Seestrafsen-Hochbahn in Chicago von 56,1 % auf 47,5 %; bei der Manhattan-Hochbahn in New-York von 55,8 % auf 44,7 %.

Die Vielfach-Zugregelung*) Sprague-General Electric Gesellschaft befindet sich heute auf 53 Bahnen mit 2595 Wagen im Betriebe, und kommt jetzt auch in London und neben der Westinghouse-Bauart auch in Paris auf den Stadtbahnen zur Anwendung.

Die Gesellschaft lieferte seit 1892, dem Gründungsjahre der General Electric Co., welche sich bekanntlich aus der Edison General Electric Co. und der Thomson-Houston Co. zusammensetzte, 92557 Bahn-Triebmaschinen von 3 420 137 P. S.

C. Z.

*) Über Zugregelung Organ 1904, S. 119.

Technische Litteratur.

Abstellbahnhöfe, Betriebsbahnhöfe für den Personenverkehr von M. Oder und Dr.-Ing. O. Blum, Berlin, 1904. W. Ernst und Sohn.

Der Mangel einer plan- und rechnungsmäfsigen Behandlung der Bahnhofsanlagen auf Grund bestimmter Verkehrs- und Betriebsunterlagen wurde bisher als eine Lücke in den Eisenbahnfachschriften empfunden, wenn wir auch die bahnbrechenden Arbeiten der Köpcke, Albrecht und A. Blum auf dem Gebiete der Verschiebebahnhöfe nicht übersehen wollen. Auch bei den Entwürfen und der Ausführung der Bahnhofsanlagen machte sich dieser Mangel bemerkbar. Der Grund mag wohl in sachlichen Schwierigkeiten und persönlichen Verhältnissen der entwerfenden Techniker gelegen haben. Einerseits waren diese zu einseitig bautechnisch und zu wenig verkehrs- und betriebstechnisch vorgebildet; auf der andern Seite sind die verkehrs- und betriebstechnischen Bedingungen für eine gröfsere Bahnhofsanlage nicht nur schwierig zu erlangen, zumal wenigstens bei unseren Staatsbahnen Verkehr und Betrieb, soweit die örtliche Leitung in Frage kommt, in den Händen verschiedener und verschiedenartig vorgebildeter Beamter liegen. Auch wechseln die Aufgaben einer Bahnhofsanlage unter Umständen von heute auf morgen. Eine neue Verkehrsleitung kann unvorhergesehener Weise einem Bahnhofe Leistungen zumuten, auf die er grundsätzlich zur Zeit gar nicht eingerichtet ist. Der stetig und oft sprunghaft wachsende Verkehr läfst daher zutreffende Schlüsse auf die Zweckmäfsigkeit einer Bahnhofs-Anlage nicht zu. Die Grundbedingungen, unter denen der Entwurf entstand, haben sich vielleicht schon vollständig verschoben.

Eine planmäfsige, auf die ersten Betriebsvorgänge zurückgreifende Bearbeitung einer besonderen Art von Bahnhofsanlagen, wie sie die Abstellbahnhöfe für den Personenverkehr sind, mufs daher als ein Fortschritt in der schriftstellerischen Behandlung des Gegenstandes angesehen werden. Dafs die Verlagshandlung sich entschlossen hat, die im wesentlichen bereits im Jahre 1902 in der Zeitschrift für Bauwesen erschienene Veröffentlichung in Buchform weiteren Kreisen zugänglich zu machen, verdient Anerkennung. Man findet in der mit zahlreichen Abbildungen auf vier Tafeln gut ausgestatteten, 64 Seiten starken Schrift mehr, als der Titel vielleicht vermuten läfst. Der ganze Betrieb auf den Bahnhöfen der Durchgangs- und Kopfform, soweit er den Personenzugdienst betrifft, wird in den Kreis der Betrachtung gezogen, die von den einfachsten zu den verwickelteren Betriebsverhältnissen fortschreitet. Die Schrift darf jüngeren Fachgenossen zum

Studium warm empfohlen werden. Aber auch der ältere, im Betrieb stehende Techniker wird manche Anregung daraus schöpfen können. W—e.

Umgehungsbahn Mainz mit Überbrückung des Rheines und des Maines, bearbeitet unter Mitbenutzung amtlichen Materiales von dem bauleitenden Beamten Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor H. Merkel.

Das schön ausgestattete und übersichtlich abgefafste Heft wurde zur Eröffnungsfeier einer der wichtigsten Erweiterungen des preufsisch-hessischen Staatsbahnnetzes aus den letzten Jahren am 1. Mai 1904 ausgegeben.

Über die grofse Bedeutung des Baues an sich brauchen wir hier keine Worte zu verlieren, zu betonen ist aber der höchst erfreuliche Eindruck, den das in engem Rahmen gegebene Bild dieser sehr vielteiligen und betriebs- wie bautechnisch höchst schwierigen Bahnanlage hervorruft.

Die Darstellung der vielen Einzelanlagen, so der Mainbrücke, der Rheinbrücke, vieler steinerner Bauwerke, mehrgeschossiger Brücken in Lichtbild und Zeichnung, in fertigem Zustande und während der Ausführung, und die knappe aber erschöpfende Beschreibung zeigen, wie der Bau in Entwurf und Ausführung von wissenschaftlicher Klarheit und Gründlichkeit und von gediegener und zielbewufster Ausnutzung vorhandener Erfahrung durchtränkt ist.

Die kurze Darstellung ist eine überaus reiche; wir beglückwünschen die Erbauer, insbesondere den Verfasser der Festschrift zu dem schönen technischen Erfolge, und fordern unsere Leser zu eingehender Kenntnisnahme der hier niedergelegten Ergebnisse gründlicher Arbeit besonders auf.

200 km/St. und das Eisenbahngleis. Von R. Petersen. Sonderabdruck aus »Elektrische Bahnen«, Zeitschrift für das gesamte elektrische Beförderungswesen. Herausgeber W. Kübler, Professor an der Königl. Technischen Hochschule in Dresden. München und Berlin, R. Oldenbourg.

Der Aufsatz betont die Notwendigkeit, bei den Schnellfahr-Versuchen, die bisher fast allein die Betriebsmittel betrafen, und den Oberbau nur so weit unter günstigsten Verhältnissen beachteten, wie die Ermöglichung des Fahrens verlangte, nun auch die Bahngestaltung schärfer ins Auge zu fassen. Der Verfasser bezweifelt, dafs es möglich ist, die heute übliche Art des Gleises so zu erhalten, dafs grofse Geschwindigkeiten auf die Dauer möglich sind, spricht seine Überzeugung dahin aus, dafs es für Schnellbahnen viel weniger auf die Stärke des Oberbaues ankomme, als auf die Möglichkeit, bestimmte niedrige Fehlergrenzen einzuhalten, und dafs man die Versuche deshalb auch auf das Einschienengleis der Schwebebahn erstrecken müsse.

Da die Schwebebahn hinsichtlich des Einflusses der Fehler in der Gleislage ohne Zweifel günstiger ist, als die zweischienige Standbahn, so möchten auch wir diesen Vorschlag aller Beachtung empfehlen.

Relazione delle prove eseguite colla locomotiva 3701 R. A. confronto colle locomotiva dei gruppi 180 e 180bis R. A. März-Juni 1901. Società Italiana per le Strade Ferrate Meridionali. Esercizio della rete adriatica. Direzione del Materiale e della trazione. Florenz, Civelli, 1902.

Es handelt sich um eine gründliche betriebstechnische Vergleichung der 1900 in Paris ausgestellten $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive*) von 66,5 t Gewicht und 43,5 t Triebachsbelastung mit Führerstand vorn und Schornstein hinten mit den $^2/_4$ gekuppelten älteren Lokomotiven mit rund 29,3 t Triebachsbelastung und 45,9 t bis 48,3 t Gewicht. Der Kohlenverbrauch für die Pferdekraftstunde am Tenderzughaken betrug für die

$^2/_5$ gekuppelte Lokomotive		$^3/_5$ gekuppelte Lokomotive
leichtere	schwerere	
kg	kg	kg
3,47	2,72	2,65

Die Versuchsfahrten und Versuchsergebnisse sind unter Beigabe bildlicher Darstellungen ausführlich beschrieben.

Bericht über eine Studienreise nach Österreich-Ungarn, Bosnien, Herzegowina-Dalmatien. Beitrag zu der Frage einer Verbilligung der Zugkosten auf Bahnen mit Steilrampen durch Einführung eines erhöhten Talbruttos mit Hilfe durchgehender Bremsen für Güterzüge und gemischte Züge von W. Glanz, Herzoglicher Bahndirektor, Blankenburg a. H., Direktor der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahngesellschaft. Berlin 1904, Bogdan Gisovius.

Die Studienreise ging von dem Zwecke aus, festzustellen, wie weit es möglich und wirtschaftlich richtig sei, die Zugstärke für die Talfahrt auf Bergbahnen dadurch zu vergröfsern, dafs man eine durchlaufende Bremse, hier die Hardy-Saugebremse, verwendet und die Last der Schwere unter Bedienung durch nur einen Bremsführer folgen läfst. Das Ergebnis ist, dafs solcher Betrieb vorteilhaft erscheint und auf der Harzbahn eingeführt werden soll. Vorbedingung ist, dafs die hauptsächlichen Massen talwärts gehen, was aber bei allen Bergbahnen mit starker Erz- und Baustoff-Förderung zutrifft.

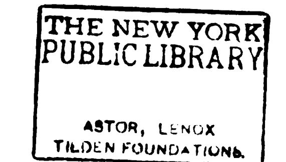
Der Bericht trägt alle wesentlichen Betriebsverhältnisse und Angaben über Bau- und Ausstattung von den Steilbahnen Österreich-Ungarns zusammen, und gibt dann auch die Abänderungen und Vervollständigungen unter Ermittelung der Kosten an, die zur Einführung der bezeichneten Betriebsart an der Ausstattung der Harzbahn nötig sind.

Das Werk erhält somit einen für die Beurteilung der Betriebsverhältnisse von Steilbahnen wichtigen und an sich reichen Stoff, weshalb wir auf sein Erscheinen besonders aufmerksam machen.

*) Organ 1900, S. 55, Nr. 28.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.





ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Inhalt des vierten Heftes, April 1905.

Original-Aufsätze.

Nachruf.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Internationale Kongresse.

Allgemeines, Beschreibungen und Mitteilungen von Bahnlinien und -Netzen.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Maschinen- und Wagenwesen.

Signalwesen.

Betrieb.

Elektrische Eisenbahnen.

Technische Litteratur.

Wiesbaden.
C. W. Kreidel's Verlag.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | 4. Heft. 1905.

Über die zweckentsprechende Genauigkeit der Höhendarstellung in topographischen Plänen und Karten für allgemeine Eisenbahn-Vorarbeiten.

Von Dr. C. Koppe, Geheimer Hofrat und Professor in Braunschweig.

(Schlufs von Seite 73.)

Sektionschef Wurmb stimmte den Ausführungen seiner Ingenieure vollständig bei, ergänzte sie und erteilte mir zugleich in sehr dankenswerter Weise die Erlaubnis zur Veröffentlichung vorstehend mitgeteilter Ergebnisse, die mit den früher besprochenen langjährigen praktischen Erfahrungen des Baudirektors Gelbcke durchaus im Einklang stehend, deren nähere Begründung enthalten und die Frage nach der zweckentsprechenden Genauigkeit einer technisch topographischen Landeskarte im Mafsstabe 1 : 10000 vollständig klarlegen. Denn was für den Eisenbahnbau Gültigkeit hat, gilt in gleicher Weise auch für alle technischen Vorarbeiten anderer Art, insofern dabei Massenbewegungen, Kunstbauten und geologische Bodenbeschaffenheit wie dort in Betracht kommen. Wasserbautechnische Fragen werden vielfach, wie bei Kanalbauten nur auf Grund genauer geometrischer Nivellements beantwortet werden können, doch wird andererseits bei Anlage von Talsperren und dergleichen die topographische Karte für allgemeine Voruntersuchungen wertvoll sein, während die erforderlichen Nivellements leicht und sicher erledigt werden können, wenn eine ausreichende Anzahl von Nivellements-Festpunkten vorhanden und in der Karte bezeichnet sind. Die letzteren bilden auch hier ein Haupterfordernis für die allgemeine Brauchbarkeit der Karte.

Im Anschlufs an vorstehende Mitteilungen möchte ich noch auf einige weitere Fragen der technischen Topographie hinweisen, deren richtige Beantwortung sie dem Ziele jeder auf wissenschaftlicher Grundlage beruhenden praktischen Tätigkeit, mit den geringsten Mitteln ein zweckentsprechendes Ergebnis zu erzielen, näher führen dürfte. Wie weit die technische Topographie gegenwärtig von diesem Ziele noch entfernt ist, brauche ich nicht zu erörtern. Es genügt ein Hinweis auf die Verschiedenheit der topographischen Unterlagen für die Linienbearbeitung, die nicht nur von Land zu Land wechseln, sondern von einer Eisenbahndirektion zur andern, und die von der Eigenart der Verfasser zu stark beeinflufst sind. Dafs die richtige Beantwortung solcher Fragen auch in wirtschaftlicher Hinsicht von Belang ist, geht aus folgendem hervor. Bei Inangriffnahme der neuen braunschweigischen Landeskarte im Mafsstabe 1 : 10000 fehlte jeder sichere Anhalt für die Anforderungen der Technik an eine solche Karte. Ich ging daher bei Bestimmung ihrer Genauigkeit von der folgenden allgemeinen Überlegung aus. Preufsen bearbeitet seit mehreren Jahrzehnten eine topographische Landeskarte im Mafsstabe 1 : 25000. Wenn wir die Kosten und die Leistungen eines Vermessungsbeamten im Verhältnisse der beiderseitigen Mafsstäbe umrechnen, so dürfen wir erwarten, ein praktisch brauchbares Ergebnis für die neue Karte zu erzielen. Es wurden daher die Leistungen eines Beamten im Jahre von 120 qkm in Preufsen auf 50 qkm in Braunschweig herabgesetzt und die Kosten dementsprechend rund zweieinhalb mal höher angenommen. Praktische Versuche ergaben dann eine Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien, welche durch deren mittlern Fehler

$$m = \pm (0,3 + 3\,a)\,m \text{ gekennzeichnet ist,}$$

während $m = \pm (0,5 + 5\,a)\,m$

nunmehr durch die weiteren Untersuchungen als zweckentsprechend genau und vollständig ausreichend für allgemeine technische Vorarbeiten festgestellt wurde. Man wird daher bei entsprechender Herabminderung der Genauigkeits-Anforderungen mit weit geringerm Kostenaufwande zum Ziele gelangen, und der Kostenunterschied berechnet sich für ein Land wie Preufsen auf viele Millionen Mark.

Eine der weiter klar zu legenden Fragen ist die nach dem Einflusse des Mafsstabes auf die Brauchbarkeit einer topographischen Karte für technische Zwecke. Über zwei Dinge sind alle erfahrenen Bauingenieure, die ich im Laufe der Jahre befragt habe, vollständig einig, nämlich einmal darüber, dafs der Mafsstab 1 : 25000 zu klein ist, um einen zuverlässigen Vorentwurf und einen einigermafsen sicheren Kostenvoranschlag zu liefern, und zweitens, dafs mit Zunahme der Geländeschwierigkeiten ein immer gröfserer Mafsstab erforderlich wird, so dafs im steilen Felsgebirge stellenweise selbst der Mafsstab 1 : 1000

kaum mehr ausreicht. Zwischen diesen beiden Werten liegen die vielfach verwendeten Mafsstäbe 1:10000, 1:5000 und 1:2500, von denen die beiden ersteren zu allgemeinen Eisenbahn-Vorarbeiten namentlich in Deutschland und der Schweiz, weniger in Österreich gebräuchlich sind, während 1:2500, in Österreich 1:2880, als Mafsstab der Katasteraufnahmen ebenfalls ausgedehnte Verwendung gefunden hat. Mit der Gröfse des Mafsstabes steigen aber im allgemeinen die Kosten für die Herstellung topographischer Karten und Pläne sehr bedeutend. Die Frage nach einem zweckentsprechenden Mafsstabe ist daher ebenso bedeutungsvoll wie die oben erörterte der zweckentsprechenden Genauigkeit für die technische Topographie und die Vorarbeiten.

Ein durch seine Kleinheit bedingter Nachteil des Mafsstabes 1:25000 besteht darin, dafs er nicht mehr erlaubt, die Breiten der Wege, Eisenbahnen, Gräben, Wasserläufe u. s. w. in der richtigen Verjüngung in die Karten einzuzeichnen, dafs diese vielmehr vergröfsert dargestellt werden müssen, um sie deutlich sichtbar zu machen. Dieser Übelstand tritt bei Betrachtung der Karten selbst weniger auffällig hervor, einmal, weil diese »Signaturen« an sich nur schmal sind und dann auch, weil wir durch die Karten noch kleinerer Mafsstäbe, namentlich die geographischen Karten, daran gewöhnt sind. Vergröfsert man aber eine Karte des Mafsstabes 1:25000 etwa auf 1:10000, was photographisch leicht genau genug ausgeführt werden kann, und vergleicht man eine solche Vergröfserung mit einer Aufnahme in 1:10000 mit richtig verjüngtem Grundrisse, so tritt die Unrichtigkeit der Darstellung in der Vergröfserung so auffällig hervor, dafs die Karte einen ganz unnatürlichen Eindruck macht. Dafs dieser Übelstand die Verwendbarkeit solcher Karten für technische Vorarbeiten sehr nachteilig beeinflufst, liegt auf der Hand.

Ein weiterer Nachteil der Karten in 1:25000 gegenüber solchen gröfserer Mafsstäbe liegt darin, dafs sie sehr bald undeutlich und unleserlich werden, wenn man eine gröfsere Zahl von Höhenzahlen in sie einschreibt, weil diese zu viel verdecken, auch wenn sie nur sehr klein geschrieben werden, was dann wieder leicht zu Irrungen führen kann. Ein Beispiel wird dies noch anschaulicher machen. In das Probeblatt Grofs-Denkte der braunschweigischen Landeskarte im Mafsstabe 1:10000 sind im ganzen 430 Höhenzahlen eingetragen und ihre Zahl könnte vornehmlich im Walde leicht noch vermehrt werden, worauf ich gleich zurückkommen werde. Von diesen sehr deutlich lesbaren Höhenzahlen beziehen sich 22 auf ausgesteinte Dreieckspunkte, 7 auf durch eiserne Bolzen versicherte Nivellements-Festpunkte, 46 auf Kilometer-Steine an den Landstrafsen und 15 auf verschiedene Grenzsteine, also hat man im ganzen 90 nach Höhe und Lage in der Karte eingetragene »Festpunkte«, während die übrigen 340 Höhenzahlen bei Wegekreuzungen, Ecken von Bewirtschaftungs-Grenzen, Gräben, Wasserrinnen, Bergkuppen eingeschrieben sind. Auf dasselbe Flächenstück des preufsischen Mefstischblattes Wolfenbüttel in 1:25000 fallen 3 mit Höhenzahlen versehene, ausgesteinte Dreieckspunkte, 2 Kirchtürme ohne Höhenzahlen und 37 Höhenzahlen bei Geländepunkten. Die Zahl der scharf bezeichneten und mit Höhenzahlen versehenen »Festpunkte« ist daher bei dem braunschweigischen Blatte in 1:10000 dreifsig mal gröfser als auf dem preufsischen Mefstischblatte in 1:25000 und diese Zahl kann im Walde leicht noch vermehrt werden durch die Höhenzahlen der Forst-Grenzsteine, der Forstabteilung-Steine, der wichtigeren Punkte der staatlichen Forstvermessungen u. s. w. Nachdem Herr Baudirektor Gelbcke im Sommer 1904 dieses Probeblatt Grofs-Denkte der Landeskarte näher besichtigt hatte, erklärte er mir, er würde die früher besprochenen und zu seinen Vorarbeiten für die Rheinische Bahn mit so gutem Erfolge verwerteten, barometrisch bearbeiteten Pläne in 1:2500 für entbehrlich gehalten haben, wenn er Karten, wie die Blätter der neuen braunschweigischen Landeskarte in 1:10000 bei den allgemeinen Vorarbeiten zur Verfügung gehabt hätte, während die preufsischen Mefstischblätter in 1:25000 aus den vorerwähnten Gründen unzureichend seien.

Diese Bemerkung des Herrn Baudirektor Gelbcke wird bestätigt und vollständig klargelegt durch ein mir zur Verfügung gestelltes gutachtliches Schreiben des Herrn Sektionschef Wurmb, in welchem dieser zunächst ausführt: »dafs für eine topographische Karte im Mafsstab 1:10000 die Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien vollständig ausreichend ist, wenn das Mafs des mittlern Fehlers mit $m = \pm (0{,}5 + 5\,\alpha)$ m angenommen wird.« Er sagt dann weiter:

»Mit der genauen Darstellung des geometrisch richtigen Grundrisses, welche die bei kleineren Mafsstäben unvermeidlichen »Signaturen« für Strafsen, Eisenbahnen und dergleichen, sowie die dadurch bedingte Verschiebung der angrenzenden Geländedarstellung entbehrlich macht, dann mit der grofsen Anzahl der in der Karte angegebenen Festpunkte, sowie mit der durchgängigen Anwendung naturgetreuer Schichtenlinien ist nach meinen Anschauungen allen Anforderungen Rechnung getragen, die an eine technisch-topographische Karte gerechter Weise gestellt werden können. Einen besondern Vorzug erblicke ich in der schon erwähnten Vermehrung der Anzahl der Festpunkte, welche bei Anbindung zum Zwecke von örtlichen Einzelaufnahmen, sowie bei Übertragung der nach der Karte aufgestellten Entwürfe ins Gelände ausgezeichnete Dienste leisten werden.«

»Mit einem solchen Kartenwerke wird eine vollkommen ausreichende Grundlage für allgemeine technische Vorarbeiten geschaffen.«

Die Vorzüge der gröfseren Mafsstäbe 1:5000, 1:2500, 1:1000 für technische Zwecke den kleineren gegenüber bedürfen noch der Klarlegung durch ähnliche Untersuchungen.

Eine bezüglich der aufzuwendenden Mittel nicht unwichtige Frage ist die nach einer Durchschnittsleistung bei Aufnahme von topographischen Karten und Höhenschichtenplänen in den verschiedenen Mafsstäben. Für die Mefstischaufnahmen im Mafsstabe 1:25000 wird in Preufsen eine durchschnittliche Leistung von rund 120 qkm von einem Beamten im Jahre verlangt und dabei eine vollständig ausreichende Genauigkeit erzielt. Die Vermessungsbeamten, welche zum gröfsern Teile aus Berufs-Topographen mit meist langjähriger Übung, zum geringern Teile aus Offizieren bestehen, die nur auf die Dauer von wenigen Jahren zur topographischen Abteilung kommandiert sind, werden von den Vermessungs-Dirigenten in den einzelnen Sektionen

entsprechend den Gelände-Verhältnissen und der Leistungsfähigkeit angemessen verteilt, jedes Jahr aber wird die vorgeschriebene Arbeitsmenge regelmäfsig erledigt. Die österreichischen Topographen nehmen bei der neuen »Präzisions«-Aufnahme« jährlich rund 100 qkm auf, wobei jedoch die weit gröfsere Schwierigkeit der dortigen Gelände-Verhältnisse sehr ins Gewicht fällt. Bei meinem Besuche in Wien hatte ich durch das Entgegenkommen des Vorstandes der technischen Abteilung des militärgeographischen Institutes, Herrn Oberst von Hübl, Gelegenheit, seine Versuche, die Stereo-Photogrammetrie für die Topographie zu verwerten, näher kennen zu lernen und mich über die österreichischen topographischen Aufnahmen im allgemeinen zu unterrichten. Der österreichische Topograph stellt bei seinen Mefstischaufnahmen im Felde das Gelände nicht wie der preufsische durch Schichtenlinien dar, die dann später der körperlichen Darstellung durch Bergstriche als Anhalt und Grundlage dienen, sondern er zeichnet die Gelände-Formen im Felde auf dem Mefstische zunächst nur mit Bergstrichen, ja es ist ihm untersagt, hierzu eine Schichtenlinien-Zeichnung anzufertigen und zu benutzen. Diese wird erst nachträglich auf einer Ölpause, in die alle eingemessenen Höhenzahlen eingeschrieben sind, in tunlichster Anlehnung an die durch die Bergstriche dargestellten Gelände-Formen ausgeführt, um die letzteren naturwahr und voll zur Geltung zu bringen. Besonders beachtenswert ist eine Aufnahme im Mafsstabe 1:12500, welche der österreichische Generalstab in verkehrsreichen und gut bebauten Landesteilen ausführen läfst, um dem allgemeinen Bedürfnisse nach topographischen Karten gröfsern Mafsstabes entgegenzukommen. Die vorliegenden Blätter aus dem Drautale, welche Bergstriche, Schichtenlinien und zahlreiche eingeschriebene Höhenzahlen enthielten, machten einen vortrefflichen Eindruck. Ein tüchtiger Topograph hatte zu ihrer Aufnahme die doppelte Zeit gebraucht, wie zur Aufnahme im Mafsstabe 1:25000 erforderlich gewesen wäre, und dabei die doppelte Zahl von Höhenpunkten eingemessen. Herr General Otto Frank, Vorstand des militärgeographischen Institutes, wies aber bei einer Besprechung dieser Aufnahmen daraufhin, dafs der im vorliegenden Falle erforderliche Zeitaufwand nicht als ein durchschnittlicher angesehen werden könne, da jeder Topograph, wenn er in einem andern, als dem gewohnten Mafsstabe arbeitet, eine gewisse Zeit gebraucht, um sich in den neuen Mafsstab einzuarbeiten, und in diesem die volle Leistung zu erzielen. Das sei auch bei dieser Aufnahme sehr deutlich zu Tage getreten. Ferner müsse bei einer Vergleichung in Betracht gezogen werden, dafs bei Anwendung der Bergstriche statt Ausführung nur der Schichtenlinien im Felde beim Arbeiten im doppelten Mafsstabe die vierfach gröfsere Fläche zu stricheln ist, was einen grofsen Zeitaufwand bedingt. Nach seiner Ansicht und Erfahrung würde sich andernfalls bei Verdoppelung des Mafstabes das Verhältnis der zur Aufnahme erforderlichen Zeiten nicht wie 1:2, sondern eher wie 1:1,5 stellen. Diese Erfahrung steht in vollem Einklange mit einer diesbezüglichen Mitteilung des langjährigen und leider vor kurzem verstorbenen, verdienstvollen Leiters der preufsischen Topographie, General Schulze, sowie mit den im Grofsherzogtume Hessen-Darmstadt gemachten Erfahrungen. Hiernach kann es keinem Zweifel unterliegen, dafs ein tüchtiger Topograph bei nicht zu schwierigen Geländeverhältnissen, wie sie etwa das Herzogtum Braunschweig nach Ausscheidung der Staats-Forsten aufweist, im Mafsstabe 1:10000 ohne Schwierigkeit 60 qkm mit ausreichender Genauigkeit aufzunehmen im Stande ist.

Die eben besprochenen Untersuchungen und Genauigkeitsbestimmungen ermöglichen nun aber überall da, wo neue preufsische Mefstischaufnahmen vorliegen oder gemacht werden, eine wesentliche Abkürzung der Herstellung von Höhenschichten-Karten und Plänen im Mafsstabe 1:10000 für allgemeine technische Vorarbeiten. In Zusammenstellung V sind die durchschnittlichen oder mittleren Höhenfehler, die hier genau genug als gleichwertig anzusehen sind, für verschiedene Geländeneigungen angegeben, einmal nach den von uns im Sommer 1899 vorgenommenen Untersuchungen der preufsischen neuen Mefstischblätter und zweitens berechnet nach der Genauigkeits-Bestimmung: $m = \pm (0,5 + 5\alpha)$ m, welche durch die mitgeteilten Untersuchungen und Gutachten als genügend für den Mafsstab 1:10000 festgestellt worden ist, wenn nur die Zahl der Festpunkte ausreichend und die Höhenschichtenlinien topographisch richtig sind.

Zusammenstellung V.

Neigung α	1:100	1:50	1:20	1:10	1:8	1:6	1:4	1:2
	m	m	m	m	m	m	m	m
Preufsische Mefstischblätter	0.4	0,5	0,6	0,9	1,0	1,3	1,9	2,6
$\pm (0,5 + 5\alpha)$ m . .	0,5	0,7	0,7	1,0	1,1	1,3	1,8	3,0
Unterschied	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,1	0	+ 0,1	— 0,4

Die Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Höhenschichtenlinien in den neuen preufsischen Mefstischblättern entspricht somit sehr nahe dem Ausdrucke für den mittleren Fehler: $\pm (0,5 + 5\alpha)$ m. Diese Blätter sind zugleich topographisch, also in Bezug auf die Gelände-Gestaltung sehr gut bearbeitet. Ihre Höhendarstellung kann daher für Pläne und Karten im Mafsstabe 1:10000 verwertet werden, soweit es möglich ist, die Höhenschichtenlinien auf den Mafsstab 1:10000 mit ausreichender Genauigkeit zu vergröfsern. Um hierüber Aufschlufs zu erhalten, haben wir einige Versuche mit gedruckten Kartenblättern vorgenommen, die eine mittlere Abweichung der Vergröfserungen um $\pm 0,5$ mm im Grundrisse von 1:10000 ergaben. Die hierdurch verursachte Abweichung in der Höhe hängt von der Neigung des Geländes ab. Ist letztere etwa 1:10, so wird die entsprechende Höhenabweichnng $\pm 0,5$ m, bei der Neigung 1:50 aber nur $\pm 0,1$ m. Dieser durch die Vergröfserung auf 1:10000 verursachte Höhenfehler setzt sich zusammen mit dem Fehler der Mefstischaufnahme selbst zu einem durchschnittlichen Höhenfehler der vergröfserten Schichtenlinien, der für jede Geländeneigung leicht zu berechnen ist. Bei der Neigung 1:10 beträgt der Fehler der Aufnahme selbst $\pm 0,9$ m, der Vergröfserungsfehler $\pm 0,5$ m; der ganze Höhenfehler wird somit $\sqrt{(0,9)^2 + (0,5)^2} = \pm 1,0$ m.

Zusammenstellung VI gibt die so berechneten ganzen Höhenfehler und die nach dem Ausdrucke $\pm (0{,}5 + 5\,\alpha)$ m bereits gefundenen mittleren zulässigen Höhenabweichungen an:

Neigung α	1:100	1:50	1:20	1:10	1:8	1:6	1:4	1:2
	m	m	m	m	m	m	m	m
Preufsische Mefstischblätter auf 1:10000 vergröfsert	0,4	0,5	0,6	1,0	1,2	1,5	2,2	3,5
$\pm (0{,}5 + 5\,\alpha)$ m . .	0,5	0,6	0,7	1,0	1,1	1,3	1,8	3,0
Abweichungen . . .	— 0,1	— 0,1	— 0,1	0	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,5

Erst bei Neigungen des Geländes über 1 : 8 wird der Vergröfserungsfehler bemerkbar. Bis dahin ist somit die Vergröfserung unmittelbar verwertbar; bei stärkeren Neigungen kann diese aber durch Nachmessungen in der Natur leicht auf den verlangten Genauigkeitsgrad gebracht werden, da sie topographisch richtig ist. Bei Benutzung der Original-Mefstischblätter an Stelle der von Verzerrungen nicht ganz freien gedruckten Blätter werden die Abweichungen noch geringer. Stellt man somit unter Benutzung von Katasterplänen oder Katasterübersichtsplänen und einigen Dreiecksmessungen einen genauen Grundrifs im Mafsstabe 1 : 10000 her, überträgt in diesen die auf den gleichen Mafsstab photographisch genau vergröfserte Höhendarstellung der neuen preufsischen Mefstischblätter, prüft und ergänzt letztere durch Nachmessungen in der Natur und bestimmt man gleichzeitig eine angemessene über das ganze Gelände verteilte Zahl von Höhenfestpunkten, so erhält man eine für allgemeine technische Vorarbeiten vortrefflich geeignete topographische Höhenschichtenkarte mit Aufwendung verhältnismäfsig geringer Mittel. Man hat es dabei vollständig in der Gewalt, durch Nachmessungen allen an die Karte zu stellenden Anforderungen zu genügen.

W. Stavenhagen weist in seiner als Ergänzungsheft 148 zu Petermann's Mitteilungen erschienenen Besprechung der Kartographie der europäischen Staaten unter Bezugnahme auf unsere Genauigkeitsuntersuchungen darauf hin, wie wichtig es bei den bedeutenden Kosten der topographischen Aufnahmen und Karten gröfseren Mafsstabes sei, dafs durch Zusammenwirken von Geographen und Technikern ein zweckentsprechender Genauigkeitsgrad festgestellt wird, um Geldvergeudungen zu vermeiden und eine Anwendung der gröfseren Mafsstäbe in sachlich begründeter Weise zu ermöglichen. Durch die eingehendere Prüfung der neuen preufsischen Mefstischblätter, der neuen braunschweigischen Landeskarte, der zu allgemeinen Vorarbeiten benutzten Höhenschichten-Pläne der rheinischen Eisenbahn, sowie durch die Besprechungen mit hervorragenden Eisenbahn-Bauingenieuren glaube ich diese Frage für den Mafsstab 1 : 10000 nunmehr hinreichend klargelegt und gezeigt zu haben, wie man zum Ziele gelangen kann.

Für die gröfseren Mafsstäbe 1 : 5000 bis 1 : 1000 fehlt meines Wissens eine Bestimmung der zweckentsprechenden Genauigkeit, sowie der Durchschnitts-Leistungen bei den Aufnahmen noch gänzlich. Es wird auch nicht ganz leicht sein, zu einer solchen zu gelangen. Beim Eisenbahnbau, der hier vornehmlich in Betracht kommt, geht es niemals schnell genug bei Beschaffung der topographischen Unterlagen für die Vorarbeiten. Die Aufnahmen werden meist jüngeren Kräften und Anfängern übertragen. Wenn diese nicht tachymetrieren können, so sind sie doch im stande, Querprofile aufzunehmen, und aus der Not eine Tugend machend, beschäftigt man sie mit diesen. Mehrfach hängt man am Althergebrachten und sogenannten Einfachen, während nicht selten mit dem Manne auch das Verfahren wechselt. Es fehlt die planmäfsige Weiterbildung, welche die anderen Zweige der Ingenieur-Wissenschaft auf ihre gegenwärtige Höhe gebracht hat. Die technische Topographie in gleicher Weise zu fördern ist aber nur möglich, wenn man ihre derzeitigen Mängel erörtert in dem Bestreben, klar zu legen, ob und wie sie beseitigt werden können. Unausführbar ist das nicht, wie vorstehende Ergebnisse des Zusammenwirkens von Bau- und Vermessungs-Technikern zeigen und der Vorstand der Eisenbahn-Baudirektion in Wien hat durch Vereinigung der Oberaufsicht und Leitung der geodätischen Arbeiten bei Tunnelbauten und der sonstigen Präzisions-Messungen in der Hand des Inspektors Tichy einen bedeutsamen Schritt in dieser Richtung vorwärts getan, dank der Einsicht des österreichischen Eisenbahnministers Dr. Heinrich Ritter von Wittek, der das Vorwärtsstreben seiner Ingenieure zu fördern stets bereit ist.

Dreifsig Jahre Langschwellenoberbau.

Von **Hohenegger**, Oberbaurat, Baudirektor der österreichischen Nordwestbahn in Wien.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XXVI.

Im Jahre 1873 erhielt ich von meiner Verwaltung den Auftrag, auf den Linien der österreichischen Nordwestbahn probeweise einen Langschwellenoberbau in Anwendung zu bringen.

Den Anlafs zu diesem Auftrage gab die geringe Widerstandsfähigkeit des Querschwellenoberbaues in den vielen scharfen, bis 275 m Halbmesser herabgehenden Bögen der Hauptstrecke Wien-Tetschen, sowie ein auf der Weltausstellung 1873 zu Wien ausgestellter Langschwellenoberbau Menne der rechtsrheinischen Bahn.

Für die Wahl des Schwellenquerschnittes lagen damals vor: die Querschwelle Vautherin, die Langschwellen Hilf und Menne. Letztere hatten beide eine grofse Mittelrippe, welche die Bildung des betonartigen Schotterkoffers unmöglich machten, die Vautherinsche Schwelle, welche eine gute Trägerform zeigte, hatte den Nachteil der breiten Seitenflanschen an den Unterkanten, was das Eingreifen der Schwelle in den Schotterkörper, somit die Bildung des Schotterkoffers hindern mufste.

Es blieb mir sonach nichts übrig, als einen neuen Querschnitt aufzustellen, indem ich für die Langschwelle im allgemeinen die Vautherin-Form beibehielt, jedoch den beiden Flanschen eine nach unten keilförmige Form gab, wodurch die



gute Trägerform halbwegs gewahrt, jedoch das bessere Eingreifen der Schwelle in den Schotterkörper möglich wurde.

Dieser Querschnitt ist seither von vielen Bahnverwaltungen für Querschwellen nachgebildet.

Nach diesem ersten Querschnitte (Abb. 1 und 2, Taf. XXVI) habe ich im Jahre 1875 die erste Probestrecke von 3 km auf der in 10 $^0/_{00}$ in der Hauptlinie liegenden Bremsstrecke Jenikau-Caslau verlegt. Die Schienen und Langschwellen sind rund 9,75 m lang, die Schwellen wurden aus Schweifseisen hergestellt und wiegen 25,8 kg/m, die Schienen aus Bessemerstahl wiegen 27,7 kg/m.

Schienen- und Schwellen-Stofs fallen zusammen und waren durch Querschwellen von dem Querschnitte der Langschwellen unterstützt; aufserdem besafs jede Schienenlänge noch zwei Spurstangenbolzen.

Schon in den ersten Jahren des Betriebes wurden die Querschwellen an den Schwellenstöfsen, sowie die Spurstangenbolzen entfernt und durch Winkeleisen ersetzt, welche mittels breiter, auf sie aufgeschraubter Sattelbleche, die beiden Langschwellen miteinander verbinden und die richtige Spurweite festhalten.

Für diesen Langschwellenoberbau wurde bei der Einlegung keine besondere Bettung hergerichtet, er wurde vielmehr auf die Bettung gelegt, auf der vorher der Holzschwellenoberbau gelegen hatte. Sie bestand aus einem Gemenge von Grubenschotter und Silberschlacke, welch letztere in geringer Entfernung von den ehemaligen Silberschmelzen der Bergstadt Kuttenberg in grofsen Mengen sehr billig bezogen werden konnte; später wurde in diese Bettung als Ergänzung des Abganges Kalkschlägelschotter eingebracht. Diese Bettungsart entspricht dem Langschwellenoberbau sehr gut, da sie eine feste, trockene Unterlage bildet.

Die Eisenteile des Langschwellenoberbaues haben sich in dem dreifsigjährigen Betriebe unter darüber gerollten 52 Millionen t auf der stark geneigten Bremsstrecke vorzüglich bewährt und so geringe Auswechslung ergeben, wie sie bei Holzschwellenoberbau kaum denkbar ist.

Abgesehen von den gleich in den ersten Jahren entfernten breiten Querschwellen an den Schwellenstöfsen und den äufserst lästigen und nutzlosen Spurstangen, sowie ferner den 27 kg/m schweren Fahrschienen, welche nach 28 jährigem Befahren gegen Schienen desselben Querschnittes ausgewechselt wurden, haben die übrigen Eisenteile in dem dreifsigjährigen Betriebe die folgenden Auswechselungen erfordert:

Langschwellen . . . . . 0,015 %
Befestigungsmittel . . . 0,06 %

Hiernach liegen heute in dieser Eilzugstrecke noch alle Teile des Langschwellenoberbaues fast unversehrt und sie werden noch manches Jahr an dieser Stelle gute Dienste tun.

Langschwellenoberbau aus Stahl.

Bis zum Jahre 1880 war die Stahlerzeugung in Österreich so weit vorgeschritten, dafs ich an die Beschaffung der Langschwellen aus Stahl gehen konnte.

Bei Besichtigung der damals in Deutschland ziemlich reichlich verlegten Langschwellenoberbauten fiel mir ein Mangel auf, der allen diesen Bauarten und auch dem unsern anhaftete, nämlich die äufserst rasche Abnutzung der Langschwellendecke durch die feinen Sandteile der Bettung; diese Abnutzung entstand durch die mangelhafte seitliche Verspannung der Fahrschiene auf der Langschwelle, weil das Schlingern der Schiene auf der Langschwelle in keiner Weise verhindert wurde, so dafs durch die unausgesetzte schlingernde Bewegung der Fahrschiene auf der Schwellendecke förmliche Sand-Schleifmühlen entstanden, welche der Schwellendecke sehr bald arge Schäden beibrachten.

Diesem grofsen Übelstande habe ich einerseits durch die Anwendung von zwei keilförmigen Wülsten am Rande der Schwellendecke und anderseits durch keilförmige Gestaltung der Klemmplatten abgeholfen. Durch diese Bauart wird der Fufs der Fahrschiene in seiner ganzen Länge in die Langschwelle schraubstockartig eingespannt, wodurch die schlingernden Bewegungen der Fahrschienen auf den Schwellendecken gänzlich verhindert werden. Um die Langschwellen nicht zu schwer zu machen, habe ich die an der früheren Schwelle angeordneten Keilflanschen weggelassen und dafür den schlanken, senkrechten Seitenflügel von 75 mm Höhe angeordnet (Abb. 3 und 4, Taf. XXVI).

Die Schwellenbreite wählte ich zu 300 mm; hierdurch erhielt die Schwelle die Form einer oben etwas abgekanteten Holzquerschwelle. Die langen senkrechten Seitenflügel sicherten das Eingreifen in die Bettung.

Auf diese Langschwellen, welche in einer Länge von rund 90 km auf der Elbestrecke Lissa-Tetschen verlegt wurden, habe ich anfangs Fahrschienen von nur 27,7 kg/m Gewicht, teils mit zusammenfallenden, teils mit um 317 mm versetzten Stöfsen von Schiene und Schwelle verlegt.

Die Schwellenstöfse wurden durch kräftige Schwellenlaschen, die Schienenstöfse durch Winkellaschen gesichert.

Zur Erhaltung der Schienenneigung und der Spurweite wurden unter den Schwellen Winkeleisen in 3 m Teilung angebracht.

Dieser Oberbau verhielt sich im allgemeinen sehr zufriedenstellend. Im Laufe der Zeit wurde die Wahrnehmung gemacht, dafs die nahe oder ganz zusammenfallenden Stöfse die Neigung hatten, in die Bettung einzusinken, was allerdings meist nur dem Auge sichtbar war, was jedoch befürchten liefs, dafs sich die Schienen- und Schwellenenden frühzeitig abnutzen oder breitdrücken würden. Ich habe deshalb alle Schienenstöfse nach und nach von den Schwellenstöfsen um 2 m abrücken lassen, so dafs diese einzige schwache Stelle dieses Oberbaues beseitigt ist.

Der Ersatz der 27 kg/m schweren Fahrschienen, welche sich auf diesem Langschwellenoberbau viel länger betriebsfähig erhalten haben, als schwere Schienen auf den Querschwellen, erfolgt der Einheitlichkeit und der Verstärkung des Oberbaues wegen durch die 33 kg/m schweren Fahrschienen des Querschwellenoberbaues.

Auch dieser 90 km lange Langschwellenoberbau wurde in die alte Bettung des Holzschwellenoberbaues verlegt. Nur die

Zusammenstellung I.

Erhaltungskosten des Oberbaues für 1 km.

A. Holzschwellenoberbau — Streckenbezirk

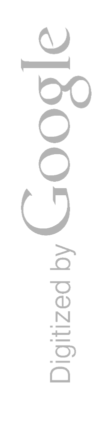
Jahr	Gegenstand	Caslau: Erhaltungskosten einzeln kr.	h.	Erhaltungskosten zusammen kr.	h.	Gleislänge km	Kosten für 1 km kr.	h.	Deutschbrod: Erhaltungskosten einzeln kr.	h.	Erhaltungskosten zusammen kr.	h.	Gleislänge km	Kosten für 1 km kr.	h.
1899	Lohn	9294	29	—	—	—	—	—	13513	32	—	—	—	—	—
	Metallteile	5047	68	—	—	—	—	—	4522	48	—	—	—	—	—
	Holz	10958	39	—	—	—	—	—	11386	56	—	—	—	—	—
	Bettung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Werkzeug	827	40	—	—	—	—	—	1802	20	—	—	—	—	—
				26127	76	61,482	425	—			31224	56	41,109	760	—
1900	Lohn	16485	86	—	—	—	—		13647	55	—	—	—	—	—
	Metallteile	7733	04	—	—	—	—	—	5310	38	—	—	—	—	—
	Holz	13802	78	—	—	—	—	—	10787	48	—	—	—	—	—
	Bettung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Werkzeug	1600	60	—	—	—	—	—	3264	02	—	—	—	—	—
				39534	28	61,482	642	—			33009	43	41,123	802	—
1901	Lohn	25998	85	—	—	—	—	—	17046	36	—	—	—	—	—
	Metallteile	13449	69	—	—	—	—	—	8107	96	—	—	—	—	—
	Holz	34173	88	—	—	—	—	—	17116	00	—	—	—	—	—
	Bettung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Werkzeug	1600	40	—	—	—	—	—	2274	44	—	—	—	—	—
				75222	82	61,503	1220	—			44544	76	40,994	1085	—
1902	Lohn	17659	95	—	—	—	—	—	13628	04	—	—	—	—	—
	Metallteile	8706	92	—	—	—	—	—	3915	18	—	—	—	—	—
	Holz	21495	38	—	—	—	—	—	13303	98	—	—	—	—	—
	Bettung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Werkzeug	783	69	—	—	—	—	—	696	23	—	—	—	—	—
				48645	94	61,765	788	—			31543	43	40,994	770	—
	Durchschnitt:	—	—	189530	80	246,232	770	—	—	—	140322	18	164,219	854	—

Durchschnitt für beide Streckenbezirke 812 kr./km.

B. Langschwellenoberbau — Streckenbezirk

Jahr	Gegenstand	Melnik: Erhaltungskosten einzeln kr.	h.	Erhaltungskosten zusammen kr.	h.	Gleislänge km	Kosten für 1 km kr.	h.	Leitmeritz: Erhaltungskosten einzeln kr.	h.	Erhaltungskosten zusammen kr.	h.	Gleislänge km	Kosten für 1 km kr.	h.
1899	Lohn	11315	22	—	—	—	—	—	12031	82	—	—	—	—	—
	Metallteile	1868	08	—	—	—	—	—	3270	92	—	—	—	—	—
	Holz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Bettung	—	—	—	—	—	—	—	84	14	—	—	—	—	—
	Werkzeug	719	48	—	—	—	—	—	1916	28	—	—	—	—	—
				13902	78	38,511	360	—			17303	16	37,559	460	—
1900	Lohn	16582	60	—	—	—	—	—	14491	04	—	—	—	—	—
	Metallteile	4557	60	—	—	—	—	—	11234	84	—	—	—	—	—
	Holz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Bettung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Werkzeug	901	95	—	—	—	—	—	2142	55	—	—	—	—	—
				22042	15	38,511	572	—			27868	43	37,559	742	—
1901	Lohn	21080	12	—	—	—	—	—	15246	86	—	—	—	—	—
	Metallteile	4046	01	—	—	—	—	—	9542	66	—	—	—	—	—
	Holz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Bettung	161	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Werkzeug	1606	24	—	—	—	—	—	1929	38	—	—	—	—	—
				26894	12	38,330	700	—			26718	90	39,987	668	—
1902	Lohn	29101	29	—	—	—	—	—	13823	94	—	—	—	—	—
	Metallteile	3309	48	—	—	—	—	—	4636	89	—	—	—	—	—
	Holz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Bettung	218	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Werkzeug	1536	62	—	—	—	—	—	1824	53	—	—	—	—	—
				34166	29	38,330	890	—			20285	36	44,667	455	—
	Durchschnitt:	—	—	97005	34	153,682	631	—	—	—	92175	85	159,772	577	—

Durchschnitt für beide Streckenbezirke 603 kr /km.



Strecken der Bettung, welche lehmigen Grubenschotter enthielten, wurden mit gutem Schlägelschotter versehen.

Eine besondere Streckenentwässerung war nirgends erforderlich, da die Strecke schon vom Bau her gut entwässert war.

Dieser seit 1881 nun teilweise 23 Jahre liegende Oberbau ist in allen Teilen so durchgebildet, dafs er ein hohes Alter zu erreichen verspricht, auf einzelnen älteren Strecken wurden schon die abgefahrenen Stahlschienen von 27 kg/m Gewicht gegen neue Schienen von 33 kg/m Gewicht vertauscht, während an den Langschwellen und dem Kleinzeuge nur verschwindend kleine Auswechselungen erforderlich waren.

Ohne auf die Einzelheiten der Erhaltungskosten dieses Oberbaues einzugehen, wird nur die vergleichende Zusammenstellung I aller Erhaltungskosten des meist noch mit der schwachen 27 kg/m Schiene versehenen Langschwellenoberbaues gegen den mit 33 kg/m schweren Fahrschienen versehenen Holzschwellenoberbau geliefert.

Aus diesem Vergleiche ist zu entnehmen, dafs die Erhaltung des Langschwellenoberbaues im Mittel in einem Jahre 603 Kr./km kostete, die des Holzschwellenoberbaues 812 Kr./km beanspruchte.

Wenn nun erwogen wird, dafs bis zum Beobachtungsjahr 1899 erst 19 km, also 2,1 $^0/_0$ der 90 km langen Strecke mit den 33 kg/m schweren Schienen belegt waren, ferner, dafs die Verschiebung des Schienenstofses gegen den Langschwellenstofs um etwa 2 m meist die vier Beobachtungsjahre mit den erhöhten Erhaltungskosten belastete, so läfst sich wohl annehmen, dafs die Erhaltungskosten des ganz mit schweren Schienen und versetztem Stofse ausgestatteten Langschwellenoberbaues sich noch wesentlich niederer stellen werden.

Seit dem Bestande dieses Langschwellenoberbaues ist nie ein Schienenbruch vorgefallen; Richtung und Neigung dieses Oberbaues haben sich vorzüglich erhalten, so dafs ihm eine sehr bedeutend erhöhte Fahrgeschwindigkeit zugemutet werden könnte, ohne für seine Standfestigkeit fürchten zu müssen.

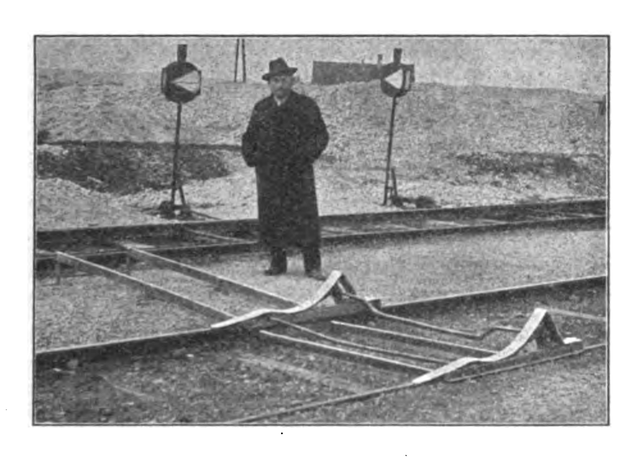
Nach dem Gesagten scheint es mir, dafs man dem Langschwellenoberbau in Anbetracht der stetig zunehmenden Fahrgeschwindigkeiten erhöhte Aufmerksamkeit zuwenden sollte.

Versuche mit Hemmschuhen an entlaufenen Wagen.

Von **F. Schön,** Beamter der Kremstal-Bahn zu Linz an der Donau.

Am 6. Oktober 1904 fanden auf dem Verbindungsbogen und dem Verschiebebahnhofe bei Salzburg Versuche betreffs des Aufhaltens entrollter Eisenbahnfahrzeuge statt, um den Hemmschuh von Schön (Textabb. 1) einer Schlufserprobung bei den

Abb. 1.



österreichischen Staatsbahnen zu unterziehen, nachdem bereits bei verschiedenen anderen Bahnen Erprobungen in Gefällen von 20 bis 28 $^0/_{00}$ und bei Geschwindigkeiten bis zu 80 km/St. mit 1 bis 6 beladenen Wagen mit Erfolg vorgenommen sind. Am 6. Oktober fanden die Versuche mit 1 bis 5 beladenen Wagen in Gegenwart von Vertretern der General-Inspektion, des Eisenbahn-Ministeriums und der Staatsbahn-Direktion statt.

Die im Gefälle von 11 $^0/_{00}$ teils einfach frei gelassenen, teils mit Lokomotivkraft abgestofsenen Wagen wurden bei fünf Versuchen mit Schönschen und bei drei Versuchen mit Seemannschen Hemmschuhen zum Stillstande gebracht. Auf den Schönschen Schuhen kamen die Fahrzeuge nach kurzen Bremswegen zuverlässig zum Stehen, ohne Schaden zu leiden. Gruppen von 1 bis 5 Wagen, die mit Geschwindigkeiten von 26 bis 60 km/St. auf die Schuhe liefen, wurden beispielsweise beim ersten Versuche auf 11 m in 2,5 Sekunden, beim vierten Versuche mit 5 Wagen und 60 km/St. auf 292 m in 41 Sekunden ruhig zum Stillstande gebracht. Die äufseren Umstände waren dabei eher ungünstig, als günstig. Schuhe und Wagen blieben unverletzt.

Die Hemmschuhe nach Seemann wurden in einer dem Betriebe nicht entsprechenden Weise aufgestellt, nämlich in kürzerm Abstande, als dem üblichen Wächterabstande von 1,5 km. Diese enge Aufstellung erfolgte aus Sicherheitsrücksichten, daher waren auch die Bremswege dieser Schuhe keine mafsgebenden und vergleichbaren. Diese Versuche endeten mit der Zerstörung der Schuhe.

Die Fahrzeuge kamen beim dritten Versuch mit 5 Wagen und 60 km/St. Geschwindigkeit nur aus dem Grunde auf einem Wege von 700 m zum Stillstand, weil aus Sicherheitsgründen zwei Schuhe in 300 m Abstand aufgelegt wurden, und sich in der Wirkung unterstützten. Zudem schoben die Fahrzeuge zwei gleichfalls aus Sicherheitsrücksichten vorgelegte und verklammerte Schwellenstappel auf 200 m vor sich her, diese endlich beim Durchfahren von Weichen zerstreuend. Die Wagen kamen dann durch die sich vorstemmenden Schwellen zum Stehen. Ein Hemmschuh flog beim Durchfahren eines Herzstückes in Stücke und war wirkungslos, der zweite wurde gleichfalls zerstört und unbrauchbar unter den Schwellen vorgefunden.

Versuche mit Hemmschuhen der Bauart Schwind wurden wegen des bekannten gefahrdrohend langen Bremsweges unterlassen.

Versuche mit anderen Bremsmitteln konnten in diesem Mafsstabe bisher nicht gemacht werden, weil sie keine Gewähr

für das Gelingen boten. Die meisten Arten beschränken sich auf einseitiges Auflegen der Hemmschuhe, was wegen der einseitigen Inanspruchnahme der gebremsten Wagenteile besonders in Bogen zu Entgleisungen führt. Andere haben unabsehbar lange Bremswege.

Nach diesen neuen Versuchen verdient der von einzelnen Bahnen bereits eingeführte Schön'sche Hemmschuh allgemeine Beachtung, zumal er ein verläfsliches Mittel zum Einfangen durchgegangener Wagen bildet, was bisher nur mit Gefahr und Schädigung der Fahrzeuge möglich war.

Ausschaltung der Rückläutewerke der Zugschranken im Falle regelrechter Öffnung.

Von **Hampke**, Regierungs-Baumeister.

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 8 auf Tafel XXVII.

Fernbediente Drahtzugschranken sind so eingerichtet, dafs sie sich stets an Ort und Stelle von Hand öffnen lassen, um eingeschlossene Fuhrwerke zu befreien. Dabei mufs dafür gesorgt werden, dafs der die Schranke Bedienende jedesmal Kenntnis von solchem willkürlichen Eingriffe erhält. Die zu diesem Zwecke am Windebocke angebrachten Rückläutewerke haben den Fehler, dafs sie bei jedesmaligem Öffnen der Schranken ertönen, auch wenn dies durch den Wärter vom Windebocke aus geschieht. Dieses jedesmalige Ertönen ist einmal überflüssig, vor allem aber schädlich, weil der Wärter während des Zurückkurbelns leicht andere Geräusche oder Hörsignale überhört, und ihm das lang anhaltende, zwecklose Läuten lästig ist. Dieser letzte Umstand veranlafst häufig den Wärter, das Rückläutewerk unwirksam zu machen, indem er den Hammer festbindet, ihn soweit zurückbiegt, dafs er die Glocke nicht berühren kann, oder in anderer Weise ausschaltet. Nun liegt, da der Wärter von dem durch Eingeschlossene herbeigeführten Zustande der Schranken keine Kunde mehr erhält, die grofse Gefahr vor, dafs der Zug einen nicht geschlossenen Überweg überfährt.

Diesen Übelständen ist abgeholfen, wenn das Rückläutewerk nur ertönt, wenn die Schrankenbäume von Hand geöffnet werden, nicht aber, wenn die regelrechte Öffnung der Schranken durch den Wärter vom Windebocke aus geschieht.

Der Verfasser hat einen Schrankenwindebock entworfen, welcher den eben genannten Bedingungen genügt und im Folgenden beschrieben werden soll.

Die in dem ⊓-Eisen-Windenständer doppelt gelagerte Welle w ist bei d (Abb. 7, Taf. XXVII) vierkantig ausgearbeitet. Auf dieses Vierkant d ist die Zahnscheibe b lose aufgepafst, sodafs sie sich in der Längsrichtung der Welle auf dem Vierkante verschieben kann.

Die Nabe e der Zahnscheibe b ist mit zwei schraubenförmigen Schlitzen, Schraubengängen, f (Abb. 8, Taf. XXVII) versehen, in welche zwei Zapfen Z_1 und Z_2 eingreifen. Diese Zapfen sind in einem Körper a (Abb. 7 u. 8, Taf. XXVII) eingeschraubt, welcher in fester Verbindung mit der Kurbel steht und auf dem vordern, runden Teil der Welle w lose drehbar ist.

Wird nun die Kurbel beim Öffnen der Schranken in der Pfeilrichtung I gedreht, so folgen zunächst nur der Körper a und die beiden Zapfen Z_1 und Z_2 dieser Drehbewegung. Die beiden Zapfen aber greifen in die Schraubengänge der Nabe e ein. Da nun der Körper a auf der Welle in deren Längsrichtung nicht verschiebbar ist, sondern nur die Scheibe b, so wird demgemäfs Scheibe b mittels der Zapfen Z_1 und Z_2 und der Schraubengänge f nach dem Körper a zu verschoben, ohne sich jedoch selbst dabei zu drehen.

Erst wenn die beiden Zapfen am Ende der beiden Schraubengänge angelangt sind, wird die Scheibe b und durch das Vierkant auch die Welle w gedreht. Die weitere Übertragung der Drehbewegung auf die Schranke erfolgt dann durch die Zahnräder p und p_1, die Seiltrommel q und die Stelleitung.

Die Länge der Schraubengänge ist grofs genug bemessen, um die Scheibe b soweit nach dem Körper a zu verschieben, dafs die Zähne der Scheibe den den Glockenhammer bewegenden Mitnehmer m nicht mehr berühren (Abb. 8, Taf. XXVII).

Die Kurbel kann also weiter gedreht, und das Öffnen der Schranken von der Winde aus erfolgen, ohne dafs der Glockenhammer bewegt und die Glocke zum Ertönen gebracht wird.

Wird nun aber die Schranke von Hand geöffnet, so wird die Scheibe b mittels der Zahnräder p_1 und p_2, der Welle w und des Vierkantes d von der Seiltrommel q aus gedreht. Die Scheibe b wird sich daher nicht in der Längsrichtung der Welle w nach dem Körper a zu verschieben, und der Eingriff des Mitnehmers m in die Zähne der Scheibe bestehen bleiben. Der Mitnehmer wird also bei Drehung der Scheibe durch deren Zähne bewegt, der Glockenhammer betätigt und die Glocke zum Ertönen gebracht.

Soll die Schranke geschlossen werden, so wird die Kurbel in der Pfeilrichtung II gedreht. Da die Wirkung des Mitnehmers nur einseitig ist, so kann keine Betätigung des Läutewerkes herbeigeführt werden.

Der oben beschriebene Schrankenwindebock wird auf Veranlassung des Verfassers von der Eisenbahnsignal-Bauanstalt von A. Harwig zu Köslin ausgeführt. Die Mehrkosten verschwinden im Verhältnisse zu den Kosten der ganzen Anlage.

Die Wasserabgabe an Schnellzug-Lokomotiven.

Von **F. Zimmermann**, Maschineninspektor zu Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXVII.

Die Lokomotiven der Schnellzüge der gröfseren englischen Linien sind zur Wasseraufnahme während der Fahrt eingerichtet, da sie meist weit längere Strecken ohne Aufenthalt durchlaufen, als auf dem Festlande.*) Die Einrichtung der Ramsbottom-Schöpfrinne zwischen den Schienen findet neuerdings auf amerikanischen und französischen Bahnen Nachahmung.**) Es tritt daher die Frage auf, ob solche Schöpfrinnen nicht auch auf einzelnen Linien der deutschen Eisenbahnen angelegt werden sollten. Um diese Frage beurteilen zu können, wird angenommen, dafs eine Lokomotive ohne Wechsel in kürzester Zeit einen Wagenzug von 150 t auf eine Strecke von 250 bis 300 km zu befördern habe. Für die Wasserversorgung der Lokomotive sind drei Möglichkeiten zu betrachten:

a) die Lokomotive erhält einen Tender mit genügendem Wasservorrat;
b) der Zug wird zur Wassereinnahme unterwegs angehalten;
c) die Lokomotive nimmt das Speisewasser aus einer Schöpfrinne.

Für a) würde der Tender mit einem Wasserraume von mindestens 24 cbm versehen werden müssen. Tender mit grofsen Wasserkästen sollten nach Art einiger amerikanischer Tender mit zylindrischem Wasserkessel gebaut werden, damit nicht unnötiger Weise übermäfsig viel Kohlen aufgeladen werden können. Ein solcher Tender von 24 t Leergewicht wird mit 24 cbm Wasser und 8 t Kohlen ein Gewicht von 56 t erhalten.

An der Ausgangstation sind Kohlen-Verladeeinrichtungen aufzustellen, um die Kohlenabgabe in kürzester Zeit zu bewerkstelligen. Ferner sind in dieser Station die Wasserkranen so einzurichten, dafs der Wasserraum von 24 cbm des Tenders während der Kohlenaufnahme gefüllt werden kann.

Der Tender wiegt bei der Abfahrt 56 t, bei der Ankunft an der Endstation bei 22 cbm Wasser- und 3,5 t Kohlen-Verbrauch 30,5 t.

Das Durchschnittsgewicht für die ganze Fahrt ist somit 43,25 t.

Das Tendergewicht beträgt $\frac{43,25}{150+43,25} = \frac{43,25}{193,25} = 22,3\,\%$ der Lokomotivbelastung.

Bei dem Kohlenverbrauche von 3,5 t für die Fahrt entfallen 0,78 t auf den Tender, 2,72 t auf das Wagengewicht von 150 t.

Für b) soll der Zug etwa in der Mitte der Strecke zum Wassernehmen anhalten. Die Fahrversäumnis hierfür soll 4 Min. betragen. Dabei wird vorausgesetzt, dafs die Fahrzeit des Zuges noch nicht so gespannt ist, dafs die 4 Min. während der ganzen Fahrdauer nicht eingeholt werden könnten.

b) 1. Der Tender soll 15 cbm Wasser und 8 t Kohlen aufnehmen können. Bei einem Leergewichte von 18 t beträgt das Dienstgewicht bei der Abfahrt in die erste Teilstrecke 41 t, am Ende nach Verbrauch von 1,7 t Kohlen und 11 cbm Wasser noch 28,3 t.

Bei der Abfahrt in die zweite Teilstrecke wiegt der Tender 39,3 t und am Ende 26,6 t.

Das Durchschnittsgewicht für die ganze Fahrt ist

$$\frac{41 + 28,3 + 39,3 + 26,6}{4} = 33,8 \text{ t.}$$

Das Tendergewicht beträgt

$$\frac{33,80}{150 + 33,8} = \frac{33,80}{183,8} = 18,4\,\%$$

der Lokomotivbelastung.

Der Kohlenverbrauch, welcher bei der Fahrt a) zu 3,5 t angenommen war, vermindert sich nun auf $3,5 \cdot \frac{183,8}{193,25} = 3,33$ t. Bei diesem Kohlenverbrauche entfallen 0,61 auf den Tender, 2,72 auf das Wagengewicht von 150 t.

Um die Fahrtversäumnis einzuholen, mufs die Geschwindigkeit gesteigert werden. Wenn nun auch bei der Anfahrt zur Wasserstation Kohlen gespart werden, so wirkt anderseits das Ingangsetzen des Zuges ungünstig auf das Feuer. Der Zuschlag für den Kohlenverbrauch beim Wiederanfahren und zur Erzielung der erhöhten Geschwindigkeit kann zu 0,2 t angenommen werden.

Der ganze Kohlenverbrauch beträgt dann 3,53 t, wovon 0,646 t auf den Tender und 2,884 t auf das Wagengewicht entfallen.

b) 2. Macht man den Tender leichter, sodafs er mit zwei Drehgestellen noch in den Schnellzügen laufen kann, also zur Aufnahme von 12 cbm Wasser und 7 t Kohlen mit 17 t Leergewicht, so ist sein Dienstgewicht bei der Abfahrt in die erste Teilstrecke 36 t und am Ende nach Verbrauch von 1,6 t Kohlen und 11 cbm Wasser 23,4 t. Bei der Abfahrt in die zweite Teilstrecke wiegt der Tender 34,4 t und am Ende 21,8 t. Das Durchschnittsgewicht für die ganze Fahrt stellt sich auf

$$\frac{36 + 23,4 + 34,4 + 21,8}{4} = 28,9 \text{ t.}$$

Das Tendergewicht ist nunmehr $\frac{28,9}{178,9} = 16,1\,\%$ der Lokomotivbelastung.

Der Kohlenverbrauch vermindert sich (gegenüber Fall a) auf $3,5 \times \frac{178,9}{193,25} = 3,24$ t.

Auf das Mitführen des Tenders trifft ein Kohlenverbrauch von 0,52 t, auf die Wagenbelastung 3,24 — 0,52 = 2,72 t. Der ganze Kohlenverbrauch stellt sich bei dem Zuschlage von 0,2 t zur Einholung der 4 Min. auf 3,44 t. Von diesen entfallen auf

*) Ztg. d. Ver. d. E.-Verw. 1904, S 807. Eilzüge der englischen Westbahn von London bis Plymouth, 397,4 km mit 90 km/St. durchschnittlicher Reisegeschwindigkeit in 4 Std. 25 Min. und Paddington bis Exeter 312,1 km mit 91,3 km/St. Durchschnittsgeschwindigkeit in 3 Std. 25 Min. „Nonstop-Züge", Ztg. d. Ver. d. E.-Verw. 1904, Nr. 51, S. 839.

**) Siehe Eisenbahntechnik d. Gegenwart, Bd. IIb, S. 661.

den Tender $0{,}52 + 0{,}2 \times \frac{16{,}1}{100} = 0{,}552$ t und 2,888 t auf das Wagengewicht.

In diesem Falle kann also noch eine kleine Ersparnis von $3{,}5 - 3{,}44 = 0{,}06$ t Kohlen erzielt werden.

Von den 4 Min. Zeitversäumnis entfallen 0,7 Min. auf Verzögerung beim Anhalten, 2,5 Min. auf das Wasserfassen und 0,8 Min. auf Anfahren und Beschleunigung.

Es mufs nun dafür gesorgt sein, dafs der Tender in den 2,5 Min. wieder mit 11 cbm Wasser gefüllt werden kann.

Hierauf soll später zurückgekommen werden.

Die Kohlenersparnis beim Anhalten des Zuges zum Wassernehmen unterwegs ist gegenüber der Durchführung des Zuges ohne Anhalt nicht wesentlich; nun kommt aber noch der Unterschied für die Anschaffungskosten eines grofsen Tenders von 56 t Dienstgewicht mit etwa 14000 M. gegen die des Tenders mit nur 35 t Dienstgewicht zu etwa 8000 M. in Betracht. Die Kohlenersparnis bei täglich vier Fahrten und einem Preise von 15 M. der auf den Tender verladenen Kohlen würde bei 300 Fahrtagen im Jahre $4 \,.\, (3{,}5 - 3{,}44) \times 15 \times 300 = 1080$ M. betragen; hierzu kommt der jährliche Betrag an Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung mit 10 % des Kostenunterschiedes der beiden Tender mit $0{,}1 \times 6000 = 600$ M., das ergibt eine jährliche Ersparnis von 1680 M.

Für c) soll das Wasser unterwegs eingenommen werden.

An den Endpunkten der Dauerfahrten sind zum Füllen der Tender Wasserabgabeeinrichtungen mit Kranen anzulegen.

Da die Güterzuglokomotiven nicht so weite Entfernungen zurücklegen, wie die Schnellzuglokomotiven, so müssen für erstere an deren Fahrt-Endpunkten, also etwa in der Mitte der Schnellzugfahrten, wieder Krane vorhanden sein.

Da die Schöpfrinnen nur für die Dauerfahrten der Schnellzüge herzustellen sind, fallen ihre Kosten auch ganz dem Schnellzugbetriebe zur Last.

Für solche Anlagen können nur Flachlandbahnen oder Bahnen mit geringen Steigungen in Betracht kommen.

Da sich die Schöpfrinne nicht durch Weichenverbindungen hindurch legen läfst, müssen die geraden Strecken für die Schöpfrinne auf einer von Schnellzügen befahrenen Linie zwischen zwei Stationen ausgesucht oder unter Veränderungen der Steigungsverhältnisse erst geschaffen werden.

Für die Anlage von Schöpfrinnen müssen auch die Witterungsverhältnisse, insbesondere die Dauer des Frostes, in Betracht gezogen werden.

In einer Gegend, in der die Wärme im Winter nur wenig unter den Gefrierpunkt des Wassers sinkt, läfst sich die Eisbildung in der Rinne durch Verwendung gewärmten Wassers leicht vermeiden. Wo aber Kältegrade von — 16° C. tagelang anhalten, darf das gewärmte Wasser erst kurz vor Eintreffen des Schnellzuges in die Rinne eingelassen werden. Nach Durchfahrt mufs das in der Rinne verbliebene Wasser ganz abzogen und die Rinne gereinigt werden, damit sich nicht Eiskrusten in der Rinne bilden, welche die Beschädigung des Wassergreifers am Tender verursachen könnten. Auch mufs das Wasser bis nach Durchfahrt des Zuges durch Zuleiten und Abziehen in der Rinne in Bewegung gehalten werden. Man mufs also das Wasser an einem Rinnenende zuleiten und am andern abziehen.

Um lange Wasserleitungen zur Rinne zu vermeiden, wird das Pumpwerk am vorteilhaftesten in die Nähe der Schöpfrinne gelegt.

Man wird die wagerechte Strecke für die Schöpfrinne nicht zu nahe an der Anfangs- und Endstation der Schnellzüge, sondern möglichst in der Fahrtmitte wählen, ferner da, wo gutes Speisewasser zur Verfügung steht und die Verhältnisse für die Anlage des Pumpwerkes günstig sind.

Man erhält bei Einführung der Schöpfrinnen zwei verschiedene Arten von Wasserstationen und zwar:

1. die Anlagen mit Wasserkranen an den Anfangs- und Endstationen der Lokomotiven;
2. die Schöpfrinnen auf der freien Strecke oder vor einer Station.

In einigen Fällen werden sich beide Wasserstationen vereinigen lassen, wenn das Pumpwerk schon an einem Stationsende liegt und auf der Strecke davor die Schöpfrinne angelegt werden kann.

Unter solchen Verhältnissen wird die Schöpfrinnenanlage am billigsten, diese sollen auch der weitern Berechnung zu Grunde gelegt werden.

Die Schöpfrinne soll also für die Dauerfahrt von über 250 km etwa in die Mitte gelegt werden können. Der Tender erhält dann die unter b 2) angegebene Gröfse für 12 cbm Wasser und 7 t Kohle.

Aus der Schöpfrinne müssen 11 cbm Wasser entnommen werden können; weil aber beim Durchlaufen des Greifers durch die Rinne Wasser verspritzt und ausgeworfen wird, mufs die Rinne für mindestens 15 cbm angelegt werden.

Bei Annahme der Mafse für die Schöpfrinne, wie sie bei der englischen Nordwestbahn*) ausgeführt ist, mit 430 mm Breite, 153 mm Höhe und 100 mm Wassertiefe wird die Rinne 350 m lang. Für die schräg laufenden Endabschlüsse sind noch je 10 m zuzurechnen.

Kostet die Rinne etwa 20 M./m und kann man mit einer 100 m langen Zuleitung und 470 m langen Rücklaufleitung zu je 10 M./m auskommen, ist ferner Heizung der Rinne nicht erforderlich, so würden sich die Anlagekosten auf $370 \times 20 + 570 \times 10 = 13100$ M. stellen.

Bei Zurechnung der Kosten für die Einrichtung der Greifer an zwei Tendern mit 900 M. hätte man mit einem Aufwande von 14000 M. zu rechnen. Bringt man für Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung 10 % der Summe in Ansatz, so ergibt sich eine jährliche Auslage von 1400 M.

Vergleicht man nun die Kosten der Fälle a), b) und c) mit einander, so ergibt sich bei Zugrundelegung von täglich vier Dauerfahrten:

1. bei Vergleich des Falles c) (Schöpfrinne) mit a) (grofser Tender von 24 cbm Wasserinhalt) weil im Fall c ein kleinerer Tender mitgeführt wird, ein Minderverbrauch an Kohlen

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 1. Auflage, Band I, S. 336. C. W. Kreidel, Wiesbaden.

von 4 (3,5 — 3,24) = 4 × 0,26 = 1,04 t täglich, was beim Preise von 15 M./t einer Minderausgabe von 15,60 M. täglich und bei 300 Fahrtagen von 4680 M. jährlich entspricht. Die jährliche Ersparnis bei Anlage der Schöpfrinne gegenüber dem Falle a) beläuft sich dann auf 4680 — 1400 = 3280 M.

2. Im Vergleiche von Fall c) (Schöpfrinne) mit b 1) (Tender von 15 cbm Wasserinhalt) wird der Minderverbrauch von Kohlen 4 (3,53 — 3,24) = 4 × 0,29 = 1,16 t täglich. Die jährliche Minderausgabe beträgt 300 × 1,16 × 15 = 5220 M. Die jährliche Ersparnis würde also 5220 — 1400 = 3820 M. sein.

3. Vergleicht man Fall c) (Schöpfrinne) mit b 2) (Tender von 12 cbm Wasserinhalt) so ist der Minderverbrauch an Kohlen gleich dem Verbrauche für die Einholung des durch das Wasserfassen bedingten Zeitverlustes im Falle b), also 4 × 0,2 = 0,8 t täglich oder 300 × 0,8 × 0,15 = 3600 M. jährlich. Die jährliche Geldersparnis würde noch 3600 — 1400 = 2200 M. betragen.

Fahren mehr als vier Züge ohne Anhalt täglich durch die ganze Strecke, so wird sich eine dieser Zahl entsprechend gröfsere Ersparnis erzielen lassen, da sich die Abnutzungskosten der Schöpfrinne bei den Mehrfahrten nicht merklich erhöhen.

(Schlufs folgt.)

Zwei neue amerikanische Signal-Arten.

Von **W. Rappaport,** Ingenieur zu Charlottenburg.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 11 auf Tafel XXVIII.

Die Stellwerke dürfen eine Fahrt erst gestatten, wenn die Fahrstrafse gestellt und gegen feindliche Fahrten gesichert ist, sie sollen einfach und unempfindlich gegen Witterungseinflüsse sein, und die Signale sollen bei Unordnungen »Halt« zeigen.

Zur Erfüllung dieser Bedingungen haben die amerikanischen Bahnen die früher mehrfach beschriebenen*) elektrisch gesteuerten Prefsluft-Anlagen eingeführt. Im folgenden teilen wir einige Ergänzungen der früheren Beschreibungen mit.

Zunächst werden einige Schaltungsübersichten besprochen. Abb. 1, Taf. XXVIII zeigt eine eingleisige Strecke mit zwei einander ausschliefsenden Signalen für die beiden Fahrrichtungen. In Abb. 1, Taf. XXVIII ist der Signalhebel ganz rechts in der Grundstellung N. Dann ist bei B' und F' der Erregerstrom für die Magnete der Signaltriebwerke B und F geöffnet, die Signale stehen beide auf »Halt«. Zieht man nun die Handfalle des Signalhebels an (Abb. 2, Taf. XXVIII), so schliefst sich bei A der Stromkreis für den Magneten J, dessen Anker dadurch hochgezogen wird und den Signalhebel freigibt. Letzterer kann nun ganz in die Lage F'' umgelegt werden (Abb. 3, Taf. XXVIII). Bei F' schliefst sich der Strom für das Triebwerk F, das Signal stellt sich auf »Fahrt« und öffnet gleichzeitig einen am Signalarm selbst angebrachten Stromschliefser D für den Stromkreis des Magneten J, der dadurch lahm gelegt wird, worauf sein Anker den Signalhebel blockt und ihm nur eine geringe Beweglichkeit nach der Grundstellung zu gestattet, etwa bis zur Lage $^1/_2$ N (Abb. 4, Taf. XXVIII). Damit ist der Strom bei F^1 unterbrochen, das Signal kehrt auf »Halt« zurück, der Stromschliefser D schliefst sich, der Anker des Magneten wird in die Höhe gezogen, und der Signalhebel kann ganz in die Mittelstellung gebracht werden (Abb. 5, Taf. XXVIII).

Dasselbe wiederholt sich beim Umlegen des Hebels in die Lage B''. Der Stromschliefser schliefst sich erst, wenn das Signal ganz in die »Halt«-Stellung gelangt ist, sodafs auf diesem Wege eine Überwachung des Signalarmes in dem unter Umständen weit entfernten Stellwerksturme möglich ist.

Ganz ähnliche Vorgänge gestatten genaues Umstellen der Weichen; es genügt, in Abb. 6 bis 8, Taf. XXVIII eine Übersicht der Stromkreise zu geben. Abb. 6, Taf. XXVIII zeigt Weichenhebel und Weiche in der Grundstellung, Abb. 7, Taf. XXVIII die Weiche während der Umstellung, in Abb. 8, Taf. XXVIII ist die Bewegung bereits vollendet, worauf der Hebel erst umgelegt werden kann. Der Verlauf der Stromkreise ist ganz ähnlich, wie bei den Signalströmen, nur dafs das Weichentriebwerk zwei Magnete, N und R, besitzt. An Stelle des Stromschliefsers D in Abb. 1 bis 5, Taf. XXVIII treten hier N'' und R''.

In den meisten Fällen soll nun die Stellung eines Signales erst möglich sein, wenn alle Weichen der betreffenden Strecke die gewünschte Lage haben. Daher ist die Schaltung so eingerichtet, dafs der Stromschliefser für das Signaltriebwerk erst nach Stellung der Weichen geschlossen werden, das Signal also auf »Fahrt« bewegt werden kann.

Diese Signaleinrichtung gibt für die amerikanischen Anforderungen grofse Betriebsicherheit, geringe Kraftanstrengung beim Bedienen der Hebel, die Möglichkeit, mit einem Hebel mehrere Signale oder Weichen stellen zu können, so dafs nie zwei einander widersprechen. Hierdurch wird das Stellwerk sehr gedrängt. Der Stellwerksturm klein und billig, der Betrieb ist von Wärmeschwankungen unabhängig, Leitungsbrüche sind sehr selten.

Die erforderlichen Ströme sind schwach, sie haben etwa 12 Volt bei 0,05 Ampère. Meist wird dieser Strom von sechs bis sieben Speicherzellen geliefert, bei kleineren Anlagen genügen jedoch auch Batterien. Die Leitungen nehmen wenig Raum in Anspruch, der untere Teil des Stellwerksturmes kann daher für Ausbesserungsarbeiten dienen.

Auch der Prefsluftverbrauch für die Triebwerke ist gering, etwa 0,014 cbm Luft von 1 at für den Hebel und die Minute. Die Luft wird durch Pumpen, wie die der Westinghouse-Bremse auf eine Spannung von etwa 4 at

*) Organ 1890, S. 243; 1891, S. 35; 1896, S. 57. Eisenbahntechnik der Gegenwart, Band II, S. 1497 ff. Wiesbaden, C. W. Kreidel.

gebracht, getrocknet und gekühlt in die Leitungen gelassen; vorteilhaft ist die Entnahme der Luft aus gröfseren Prefsluftanlagen.

Die Stellweite erstreckt sich auf mehrere Kilometer.

Da die langen Leitungen für vereinzelte Punkte und schwachen Verkehr zu teuer sind, so ist in Amerika eine neue Betriebsart durchgebildet worden, bei der statt Druckluft flüssige Kohlensäure verwandt wird *).

Die Kohlensäureflasche wird mit dem Signaltriebwerke zusammen in einem Kasten untergebracht, der den Fufs des Signalmastes bildet, sodafs lange Rohrleitungen fortfallen.

Das Triebwerk ist wie für Prefsluftbetrieb gebaut, nur ist mit Rücksicht auf möglichst geringen Kohlensäureverbrauch die Einrichtung getroffen, dafs der Kolben nicht ständig unter Gasdruck steht, sondern mechanisch gehemmt wird, nachdem die Bewegung stattgefunden hat.

Die Abb. 9, 10 und 11, Taf. XXVIII zeigen das Triebwerk in verschiedenen Schnitten. M. ist der Magnet, dessen Erregung erfolgt, wie bei der Prefsluftstellung. Steht der Kolben H wie in Abb. 9, Taf. XXVIII, so steht das Signal auf »Fahrt«, nach Abb. 10, Taf. XXVIII auf »Halt«. Wird der Magnet vom Signalturme aus erregt, so zieht er seinen Anker an und öffnet das Ventil P^1, schliefst P^2. Dann tritt von P aus Kohlensäure durch den Kanal T nach U und V. Der Gasdruck wirkt nun auf die Unterseite des Kolbens H, hebt diesen, und bringt das Signal auf »Fahrt«. Gleichzeitig wirkt der Gasdruck auf die Biegehaut D und bewirkt so bei höchster Stellung des Kolbens dessen mechanische Hemmung mit Hülfe der Rolle F, die in die Klinke G einspringt. Durch Hebelübertragung öffnet sich hierbei Ventil P_4, während sich P^3 schliefst. Damit ist die Gaszufuhr zum Zylinder unmöglich gemacht und das Gas strömt aus dem Zylinder durch den Kanal V ins Freie, während D noch unter Druck steht. Wird nun in M der Strom unterbrochen, so öffnet sich P^2, während der Gaszuflufs bei P^1 abgestellt wird. Der Druck auf D hört auf, das Gewicht des Signalarmes und des Gestänges lastet auf G und stöfst so die Rolle F zur Seite, der Kolben senkt sich, das Signal kommt auf »Halt«.

Die Abb. 9 bis 11, Taf. XXVIII zeigen die Bauart der Union Switsch und Signal Co. in Pittsburg. Eine ähnliche Anordnung der Hall Signal Co. haben wir früher beschrieben. Das Triebwerk hat bei letzterer den grundsätzlichen Unterschied, dafs der Kolben feststeht, während der bewegliche Zylinder mit dem Signalarme verbunden ist.

Der Verbrauch an Kohlensäure ist gering. Bei einem Drucke von nicht ganz 2 at in der Verdampfungskammer des Triebwerkes wurden im Durchschnitte mit 1 kg flüssiger Kohlensäure 440 Signalbewegungen erzielt.

Die Hallsche Bauart ist bereits mehrere Monate auf der Chicago, Milwaukee und St. Paul-Bahn ohne Störung im Betriebe; die elektrisch gesteuerten Prefsluft-Stellwerke sind in Amerika bei vielen Bahnen, in Europa, besonders in England, bei den preufsischen Staatsbahnen in einer gröfsern Stellwerksanlage in Cottbus, bei den bayerischen Staatsbahnen versuchsweise in München verwendet.

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, Band II, S. 1607. Wiesbaden. C. W. Kreidel.

*) Organ 1904, S. 96.

Nachstellung der Luftdruckbremsen im Betriebe.

Von **Strasser**, Baurat in Stuttgurt.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXIX.

Den Eisenbahnverwaltungen wird neuerdings eine »Vorrichtung zur Regelung und Anzeigung der Tätigkeit von Luftdruckbremsen Patent Chaumont« angeboten. Dieselbe besteht aus zwei Teilen: einer in das Bremsgestänge eingeschalteten Schraubenspindel, welche gestattet, den Festpunkt des Gestänges von den beiden Wagenseiten aus mittels Drehens einer Kurbel zu verschieben und damit den Abstand der Bremsklötze vom Rade zu regeln, und einem mit der Bremskolbenstange in einfacher Weise verbundenen, ebenfalls an beiden Wagenseiten angebrachten Zeiger, welcher die augenblickliche Stellung und den Hub des Bremskolbens sichtbar macht.

Diesem Angebote gegenüber ist zu betonen, dafs fast alle mit Luftdruckbremse ausgestatteten württembergischen Eisenbahnwagen seit etwa fünfzehn Jahren eine Einrichtung zur Nachstellung der Luftdruckbremse im Betriebe besitzen, welche auf dem oben angegebenen Grundsatze beruht und in ihrer Anordnung unseres Erachtens noch besondere Vorteile bietet. Diese Einrichtung ist für einige Wagengattungen in Abb. 1 bis 5, Taf. XXIX dargestellt.

Das ausschliefslich auf Zug beanspruchte Gestänge der Handbremse und Luftdruckbremse ist ohne jede Schleife ausgeführt und durch Bolzen in feste Verbindung gebracht.

Beim Bremsen mit Luft bildet der Punkt P der Handbremse und beim Bremsen mit Hand der Punkt Q der Luftbremse den Festpunkt; Luft- und Handbremse geben sich also gegenseitig den Festpunkt beim Bremsen ab.

Durch diesen Zusammenhang der beiden Bremsen ist es möglich, jederzeit mittels der Handbremse den Festpunkt P zu verschieben und die Bremsklötze in den gewünschten Abstand vom Rade zu bringen.

Man erreicht also mittels der Handbremsspindel dasselbe, was bei Chaumont mittels einer besondern Spindel unter dem Wagen erzielt wird. Man hat nur die Handbremse anzuziehen, bis die Bremsklötze anliegen, und dann soweit wieder zurückzudrehen, bis sie den vorschriftsmäfsigen Abstand vom Rade haben. Der Bremskolben der Luftbremse bleibt dabei in seiner Lage.

Um nun beim Zurückdrehen der Handbremse den Abstand der Bremsklötze stets gleich und in der gewünschten Gröfse zu erhalten, ohne dafs der Bedienstete dabei auf eine bestimmte



Anzahl von Umdrehungen zu achten hat, wie dies bei der Chaumont'schen Einrichtung der Fall ist, ist an der Handbremsspindel die bekannte, allerdings teilweise wieder in Vergessenheit geratene Löseeinrichtung, ein fester Bund E und über demselben eine durch eine Schiene an der Drehung verhinderte Leerlaufmutter M angebracht. Wird die Handbremse angezogen, so schraubt sich die Mutter nach oben aus dem Gewinde D heraus, und bleibt bei weiterm Anziehen auf dem Gewinde liegen; beim Lösen der Bremse schraubt sie sich unter der Wirkung ihres Eigengewichtes oder bei wagerechter Lage der Spindel durch den Druck einer Feder wieder auf das Gewinde D auf, bis sie an den Bund E anstöfst und so weiteres Aufdrehen der Handbremse verhindert. Die Zahl der Umdrehungen beim Lösen der Handbremse ist somit durch die Zahl der Gewindegänge D ein für allemal gegeben. Demnach wird der Abstand der Bremsklötze vom Rade beim Lösen stets auf ein bestimmtes, der Länge des Rücklaufgewindes D entsprechendes Mafs beschränkt. Diese Länge ist unter Berücksichtigung der Übersetzungsverhältnisse, des toten Ganges und der Durchbiegung des Gestänges festgesetzt.

Ist also der Abstand zwischen Bremsklotz und Rad nach Abnutzung der Bremsklötze beim Bremsen mit Luft zu grofs geworden, so wird er durch einmaliges Anziehen und Lösen der Handbremse wieder auf das richtige Mafs gebracht. Dies geht so lange, bis die Bremsmutter F durch das Nachstellen an den Bund E anstöfst. Dann müssen die Verbindungstangen H versteckt oder nachgeschraubt werden, wobei die Bremsspindelmutter F wieder in die tiefste Lage gebracht wird, das Spiel beginnt von neuem. Dieses Verstecken wird im allgemeinen nur anläfslich der regelmäfsigen Untersuchung der Wagen in der Werkstätte nötig, da die Länge der Bremsspindel für das Nachstellen der Bremsklötze im Betriebe zwischen zwei Untersuchungen ausreicht.

In der württembergischen Anweisung für den Gebrauch der Luftdruckbremse steht demgemäfs:

> »Die Wagen-Wärter und -Revidenten haben die Stellung der Bremsklötze so zu regeln, dafs diese bei vollständig gelöster Bremse gleich weit von den Radreifen abstehen, und zwar ungefähr 10 mm, und dafs der Weg des Bremskolbens nie unter 100, und nie mehr als 200 mm beträgt.«
>
> »Bei den meisten württembergischen Wagen ist weder an der Kolbenstange noch sonst im Bremsgestänge eine Schleife angeordnet. Bei diesen Wagen kann der Hub des Bremskolbens durch einfaches Anziehen und Wiederlösen der Handbremse nachgestellt werden.«

Da übrigens die meisten Wagen bei Verschiebbewegungen und insbesondere beim Abstellen auf Nebengleisen mit der Handbremse gebremst werden, so werden die Bremsen im allgemeinen schon durch den Dienst selbst, also ohne weiteres Zutun, nachgestellt; bei den Wagen aber, bei denen dies nicht der Fall ist, gibt diese Einrichtung weitern Anlafs, die Handbremse von Zeit zu Zeit anzuziehen und sich dadurch von ihrer Betriebsfähigkeit zu überzeugen, worin ein nicht zu unterschätzender Vorteil liegt.

Die Einrichtung hat sich im Betriebe gut bewährt, was auch daraus hervorgeht, dafs als einmal eine neue Wagengattung ohne sie in Betrieb gekommen war, seitens der Maschineninspektionen nach kurzer Zeit Anstände wegen mangelhaften Bremsens dieser Wagen bei grofsem Luftverbrauche gemeldet wurden mit der Bitte, die Einrichtung anzubringen; dies geschah, und die Klagen verstummten.

Die Anordnung eines die Stellung des Bremskolbens angebenden Zeigers, wie er bei Chaumont zur Anwendung kommt, hat sich bei unserer Einrichtung nicht als Bedürfnis gezeigt. Der Zeiger soll verhüten, dafs der Hub des Bremskolbens unter 0,1 m bei Zylindern mit einfachem Kolben beträgt, ehe die Bremsklötze anliegen, da sonst die Prefsluft aus den Zylindern durch die Ausflufsnute entweicht und die Bremse sich alsbald wieder löst. Dies ist bei der württembergischen Anordnung durch die Wahl einer entsprechenden Länge des Rücklaufgewindes erreicht. Höchstens kann der Fall eintreten, dafs einmal die Handbremse beim Lösen nicht soweit aufgedreht wird, bis die Leermutter am Bunde ansteht, doch kommt diese vorschriftswidrige Handhabung höchst selten vor, da nur durchschnittlich acht Umdrehungen auszuführen sind und die Handbremsen, wenn sie Leermutter und Bund nicht haben, erfahrungsgemäfs stets eher zu weit aufgedreht werden.

Tritt trotzdem einmal dieser Fall ein, so bemerkt der Wagenwärter den Mangel bei der Bremsprobe am vorzeitigen Lösen der Bremse des betreffenden Wagens und hilft durch die Ausführung der wenigen noch fehlenden Umdrehungen der Bremskurbel ab.

Der Zeiger dient ferner dazu, zu erkennen, ob der Kolben beim Lösen in seine Endstellung zurückkehrt, oder ob dies etwa wegen Bruches der Rückzugfeder oder Krummwerden der Bremskolbenstange nicht der Fall ist. Diese Mängel kommen nun hier dank dem regelmäfsigen Nachstellen der Bremse, wie es hier bereits geschieht, überhaupt sehr selten vor und werden, wenn sie auftreten, leicht an dem ungenügenden Abstande der Bremsklötze vom Rade erkannt; ein Blick unter den Wagen gibt dann vollends Aufschlufs.

Bei der hier üblichen Anordnung der gegenseitigen Abstützung von Handbremse und Luftdruckbremse dürfte demnach der Chaumont'sche Zeiger für die vorgenannten Zwecke kaum von Bedeutung sein. Es soll jedoch nicht bestritten werden, dafs er unter anderen Umständen eine nicht unwesentliche Erleichterung bieten kann.

Einführung von selbsttätigen Kuppelungen mit Mittelbuffern.

Von **Ed. Weifs**, Regierungsdirektor in München.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XXX.

Herr Busse, Maschinendirektor der dänischen Staatseisenbahnen, wirft in einem an den technischen Ausschufs des Vereines deutcher Eisenbahnverwaltungen gerichteten offenen Briefe*) die Frage auf:

»Wie werden sich die empfohlenen Mittelkuppelungen**) in Personenzügen verhalten, die mit mehr als 60 km/St. Geschwindigkeit fahren?«

und spricht die Meinung aus, dafs die europäischen zwei- und dreiachsigen Wagen weder die fest angezogenen Kuppelungen noch die feste Stütze der Seitenbuffer entbehren können, ersteres wegen des im Zuge auftretenden Zuckens, letzteres wegen des Schlingerns um die Mittellotachse des Wagens.

Die bayerischen Staatseisenbahnen haben schon bei Beginn der Versuche mit selbsttätigen Mittelkuppelungen in den Jahren 1899 und 1900 das Augenmerk auf diesen Umstand gerichtet, zu dem Ende fünf zweiachsige Personenwagen mit der Janney-Kuppelung***) ausgerüstet und zu einem Zuge zusammengestellt. Auf Tafel XXX, Abb. 1 bis 2 ist dieser Zug in seiner Zusammenstellung und den Einzelheiten dargestellt. Es wurden zweiachsige Wagen von 5 m Achsstand mit grofsen Überhängen gewählt, die bei höheren Geschwindigkeiten trotz festgespannter Schraubenkuppelung einen wenig befriedigenden Lauf aufwiesen. Bei einer Reihe von Probefahrten, die auf der Strecke München-Holzkirchen mit 80 und 90 km/St. geführt wurden, liefen die Personenwagen mit selbsttätiger Mittelkuppelung, auch bei beseitigten Seitenbuffern, wesentlich ruhiger als die in die Versuchszüge zum Vergleiche mit eingestellten und durch Schraubenkuppelung verbundenen Wagen. Weder ein Zucken noch ein Schlingern konnte beobachtet werden. Die fünf Wagen wurden sodann auf der genannten Strecke als geschlossene Gruppe in die mit 70 bis 75 km/St. Geschwindigkeit fahrenden Personenzüge eingestellt und längere Zeit im Betriebe beobachtet. Bis Ende Januar 1900 hatten die fünf Wagen zusammen bereits 340000 Wegkilometer ohne jeden Anstand durchlaufen. Sie stehen jetzt noch im Münchener Vorortverkehre in Verwendung zur Beobachtung der Abnutzung der hauptsächlichsten Teile der Kuppelungsköpfe.

Auf der im September 1900 zu Strafsburg abgehaltenen Versammlung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen hat über diese Versuche Herr Geheimer Baurat Lochner eingehend berichtet.*)

*) Organ 1905, S. 25.
**) Organ 1904, S. 185.
***) Organ 1899, S. 69.

*) Zeitung des Vereines d. E.-V. 1900, S. 1435 u. f.

Nachruf.

Oberingenieur C. de Bruijn †.

Oberingenieur C. de Bruijn wurde im Jahre 1846 in Zwolle geboren, und machte seine Studien an der Reichs-Polytechnischen Schule in Delft. Im Jahre 1867 erhielt er das Ingenieurdiplom und trat am 31. Oktober des folgenden Jahres in den Dienst vom »Rijkswaterstaat«. Er arbeitete an mehreren Wasserbauten in der Provinz Overijsel und zwar an der Verbesserung der Wasserstrafse von Zwolle nach dem Zuidersee, an den grofsen Molen bei der Ysselmündung, an der Kammerschleuse am Katerveer in der Nähe von Zwolle.

Nachher war er als Ingenieur im Rijkswaterstaat dritter, zweiter und erster Klasse in Brielle, 's Hertogenbosch, Dordrecht und Amsterdam beschäftigt. In letzter Stelle machte er die Pläne für die grofsen Kammerschleusen in Ymuiden, welche Pläne er jedoch nicht zur Ausführung gebracht hat. Im Jahre 1890 bekam er die Stelle als Bahn-Direktor-Oberingenieur bei der Holländischen Eisenbahn-Aktien-Gesellschaft, in welcher Stelle er die Oberleitung von allen gröfseren Arbeiten hatte, welche die Gesellschaft ausführte, darunter die beiden neuen Brücken über den Nordseekanal, die gröfsten Drehbrücken Europas. Eine dieser Brücken bei Velzen ist vollendet, die andere »Hembrug« ist noch im Bau begriffen. Die Velzer-Brücke sollte eben am frühen Morgen des 14. Februar dem Betriebe übergeben werden, wozu in der Nacht vom 13./14. Februar noch mehrere Bahnarbeiten ausgeführt werden mufsten und Oberingenieur de Bruijn wollte sich persönlich an Ort und Stelle von der richtigen Vollendung dieser Arbeiten überzeugen. So erlag er einem Herzschlage im Dienste. Als langjähriger Vertreter der Holländischen Eisenbahn-Gesellschaft im technischen Ausschusse des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen war er auch im Auslande wohl bekannt, unter den Mitgliedern hat er sich durch die Gediegenheit und Liebenswürdigkeit seines Wesens viele und warme Freunde erworben.

In Herrn de Bruijn verliert die Gesellschaft einen Mann, der seiner grofsen Arbeitskraft und Liebenswürdigkeit wegen auch sonst von jedermann geliebt war. Er wurde am 17. Februar auf dem Friedhofe Westerveld bei Velzen zur ewigen Ruhe bestattet.



Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Internationale Kongresse.

Internationaler Eisenbahn-Kongrefs.

(Revue générale des chemins de fer 1905, Februar, S. 109, März, S. 201.)

Bei der im Mai 1905 in Washington stattfindenden siebenten Sitzung des Internationalen Eisenbahn-Kongresses werden folgende Berichte erstattet werden:

Erste Sektion. Bau der Bahn und Bahnerhaltung.

I. Holzschwellen. Tränkungsstoffe und Verfahren zur Erhaltung der Schwellen.

Kendrick, Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn, und Hausser, Französische Südbahn, über die Wahl der Tränkung-Stoffe und -Verfahren; Spring, Eisenbahn-Abteilung der Verwaltung Indiens, über die Ursachen der Änderung der Holzschwellen in tropischen Klimaten und über die Mittel zu ihrer Bekämpfung.

II. Über die Schienen der von Schnellzügen befahrenen Gleise.

Dudley, New-York, Zentral und Hudson River-Bahn, Post,*) Niederländische Staatsbahnen, und van Bogaert, Belgische Staatsbahnen.

III. Über verbesserte Kreuzungen.

Buchholz, Erie-Bahn.

IV. Über die Verwendung des Eisenbetons bei den Bauwerken der Eisenbahnen.

Wallace, Panamakanal-Gesellschaft, Serge de Kareischa, Verwaltung der russischen Staatsbahnen, Ast, Kaiser Ferdinands-Nordbahn.

Zweite Sektion. Zugförderung und Betriebsmittel.

V. Lokomotiven für grofse Leistung.

Mühlfeld, Baltimore und Ohio-Bahn, und Sauvage, Französische Westbahn, über die Vergröfserung der Leistung der Lokomotiven durch Erhöhung des Dampfdruckes und Verwendung der Verbundwirkung.

VI. Doppelte und mehrfache Besetzung der Lokomotiven.

Rhodes, Burlington und Missouri River-Bahn, Hubert, Belgische Staatsbahnen, und Boell, Französische Staatsbahnen.

VII. Selbsttätige Kuppelungen.

Gibbs, Pennsylvaniabahn, Pettigrew, Furness-Eisenbahn, und Noltein, Moskau-Kasan-Eisenbahn.

VIII. Elektrische Zugförderung.

Joung, Baltimore und Ohio-Bahn, Paul Dubois, Orléansbahn, Gerard, Ministerium der Belgischen Staatsbahnen, und Tremontani, Italienische Mittelmeerbahn.

Dritte Sektion. Betrieb.

IX. Beleuchtung, Heizung und Lüftung der Züge.

Dudley, Pennsylvaniabahn, und Banovits, Ungarische Staatsbahnen.

*) Inzwischen verstorben. Vergl. Organ 1905, S. 26.

X. Über die selbsttätige Blockeinrichtung.

Platt, New-York, New-Haven und Hartford-Bahn, und Margot, Paris-Lyon-Mittelmeerbahn.

XI. Gepäck- und Exprefsgutverkehr.

Daniels, New-York Zentral und Hudson River-Bahn, über den Gepäckverkehr, und Bradley, American Exprefs Co., über den Exprefsgutverkehr.

XII. Über Vorortverkehr.

Sullivan, Illinois Zentralbahn, und Drury, Great Eastern-Bahn.

Vierte Sektion. Allgemeines.

XIII. Frachttarife.

Markham, Illinois Zentralbahn, Smart, Railway Clearing House London, Mange, Paris-Orléans-Bahn, und van Overbeek de Meyer, Niederländische Staatsbahnen.

XIV. Rechnungswesen.

Plant, Southern-Bahn, de Richter, Russische Staatsbahnen, und von Löhr, Kaiser Ferdinands-Nordbahn.

XV. Dauer und Regelung der Arbeit der Beamten und Arbeiter.

Potter, Baltimore und Ohio-Bahn, Weifsenbach, verbündete Schweizer Bahnen, und Philippe, Nordbelgische Eisenbahnen.

XVI. Wohlfahrtseinrichtungen für Beamte.

Riebenack, Pennsylvania-Bahn, und Lemercier, Französische Ostbahn.

Fünfte Sektion. Kleinbahnen.

XVII. Einflufs der Kleinbahnen auf die Hauptlinien.
de Burlet, Belgische Kleinbahnen.

XVIII. Ausbreitung der Kleinbahnen durch wirtschaftliches Zusammenwirken von Staat, Provinzen und Gemeinden.

Colson, Mitglied des ständigen Ausschusses des Kongresses, und Ziffer, Lemberg-Czernowitz-Jassy-Bahn.

XIX. Einrichtung des Kleinbahndienstes auf Hauptbahnlinien mit schwachem Verkehre und auf Nebenbahnen.

Rocca, Italienische Mittelmeerbahn, und de Tolnay, Ungarische Staatsbahnen.

XX. Kraftwagenbetrieb.

Léchelle, Französische Nordbahn, Sartiaux, Französische Nordbahn, und Keromnès, Französische Nordbahn.

Die Quelle geht auf die einzelnen Berichte ausführlich ein.

—k.

Allgemeines, Beschreibungen und Mitteilungen von Bahn-Linien und -Netzen.

Eine neue geplante Schienenverbindung zwischen Genua und Tortona.

(Génie Civil 1904, XLVI, November, S. 27. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 2 bis 4 auf Tafel XXIV.

Die stetig anwachsende Bedeutung des Hafens von Genua hat schon seit mehreren Jahren den Wunsch nach Schaffung eines neuen Abfuhrweges hervorgerufen, der jetzt seiner Erfüllung entgegensieht. Als zweckmäfsig hierfür hat sich eine Verbindung mit Tortona über Rigoroso herausgestellt, weil sie einen wichtigen Zweig der Verbindung von Deutschland und der Schweiz nach dem Süden und dem mittelländischen Meere

durch Anschlufs an die Gotthardbahn über Tortona bilden wird. Diese Linienführung (Abb. 2, Taf. XXIV) ist auch deshalb günstig, weil die neue Bahn den Apennin in nur 235 m Höhe bei 8 $^0/_{00}$ Steigung und 1000 m kleinstem Krümmungshalbmesser überschreitet. Mit Ausnahme des grofsen Tunnels, der mit 19,564 km Länge von Secca bis Rigoroso den Apennin in einer beständigen Steigung von 8 $^0/_{00}$ durchquert, bietet der Bau keine weiteren Schwierigkeiten.

Dieser Tunnel ist auf 4200 m durch festen Felsen, Trümmergesteine und Sandstein, auf 12214 m durch regelmäfsig geschichteten Tonschiefer mit eingeschobenen Kalkmergellagen, auf 3150 m durch Verwerfungen von Schiefer, Kalkstein und Quarzlagerungen zu treiben. Dieser letzte Teil würde die einzigen Bauschwierigkeiten bieten. Die Mächtigkeit der Schichten über Tunnelsohle ist am gröfsten am Mont Porale mit 534 m und am Mont Ranfeo mit 449 m Höhe.

Die Wärme an der Baustelle würde nach den Feststellungen der Wärme der Quellwässer in diesen Gebieten unter dem Mont Porale höchstens 30° betragen.

Der zweigleisige Tunnel wird nicht zu Entlüftungszwecken, wie am Simplon, in zwei Stollen vorgetrieben, sondern nur in einem, in dem in gewissen Abständen Lüftungsschächte zur Oberfläche hochgetrieben werden. Auf der Tunnelsohle wird ein röhrenförmiger Stollen vorgetrieben, dessen Einzelabschnitte draufsen zusammengepafst und je nach Vorrücken der Baustelle dann zusammengesetzt werden (Abb. 3, Taf. XXIV). Die einzelnen Abschnitte werden an den Enden mit den eisernen Verstärkungsrippen verbolzt. Je nach der Gesteinsart sitzen diese Rippen in gröfseren oder kleineren Abständen. Nach Vortreiben des Stollens wird der Querschnitt ausgeweitet und die Tunnelwand in der nötigen Stärke hergestellt (Abb. 4, Taf. XXIV). Der Tunnel wird von den beiden Enden und von den fünf Lüftungsschächten, die auch gleichzeitig zur Entfernung des Ausbruches mittels elektrischer Hebezeuge dienen, gleichzeitig in Angriff genommen. Sonstige Eigentümlichkeiten bietet die Bauausführung nicht.

Am Südeingange des Tunnels werden Werkstätten, Lagerhäuser und eine 3500 pferdige Kraftstation zum Betriebe der Aufzüge und sonstigen Maschinen angelegt.

Nach dem Kostenanschlage beläuft sich der Tunnelbau auf 53,6 Mill. M., die Gleisanlage auf 0,64 Mill. M., maschinelle und elektrische Anlagen auf 4,8 Mill. M. Die ganze Bahnanlage wird ungefähr 61,6 Mill. M. kosten. R—l.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Baufortschritt im Simplontunnel.*)

(Schweizerische Bauzeitung 1905, XLV, Februar, S. 74, 77, 88 und 106.)

Auch in den Monaten Oktober bis Dezember 1904 blieb die Arbeit auf der Nordseite vor Ort im Richtstollen und im zweiten Stollen eingestellt. Der Firststollen wies auf dieser Seite einen Fortschritt von 276 m, der auf der Südseite einen solchen von 294 m auf, während der Fortschritt des Richtstollens wegen der eingetretenen Erschwernisse nur 52 m betrug. Die tägliche Durchschnittsleistung war 100 cbm Ausbruch für die Nordseite und 172 cbm für die Südseite. Ende Dezember 1904 betrug die ganze Länge des Sohlenstollens 10376 + 9162 = 19538 m, sodafs noch 191 m zu durchbohren waren. Die Tunnelverkleidung war auf eine Länge von 18177 m durchgeführt.

Im Tunnel waren durchschnittlich 1837, aufserhalb des Tunnels 722, im ganzen also 2559 Arbeiter beschäftigt.

Auf der Südseite fand sich körniger, glimmerführender Kalkschiefer, welcher dem Gesteine entsprach, in welchem der Vortrieb des Stollens auf der Nordseite zum Stillstande gekommen ist. Die Gesteinswärme wurde durch eine Messung vor Ort zu 45° C. ermittelt.

Der Wasserandrang auf der Nordseite blieb sich mit 200 l/Sek. gleich, auch die warmen Quellen vor Ort gingen ungeachtet des Anschlagens von gleichartigen und ergiebigen Quellen nicht zurück. Am Südmunde wurde das Tunnelwasser mit 881 bis 875 l/Sek. gemessen, wovon 133 l/Sek. von den heifsen Quellen stammten.

Zur Lüftung und Kühlung wurden auf der Nordseite in 24 Stunden durchschnittlich 2935000 cbm Luft in den Tunnel geprefst.

Ende Januar 1905 blieben noch 109 m, am 17. Februar 1905 nur noch 32 m zu durchschlagen, um die Stollenbrust der Nordseite zu erreichen. Der Durchstich erfolgte am 24. Februar 1905, morgens 7 Uhr 20 Minuten. —k.

*) Organ 1895, S. 39; 1900, S. 59 und 70, 1903, S. 84, 1904, S. 236.

Spannungsmesser Manet-Rabut.

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 bis 15 auf Tafel XXVIII.

Dieser von Manet erdachte und von Ingenieur Rabut in Paris verbesserte Dehnungsmesser dient zur Messung der Längenänderungen der Bauteile, aus denen dann die Spannungen durch Rechnung folgen.

Die Anwendung erstreckt sich auf die Beobachtung der Vorgänge während des Baues und während des Betriebes.

Auch zur Bestimmung geleisteter mechanischer Arbeit ist der Dehnungsmesser an Stelle der üblichen älteren Arten zu verwenden.

Die Einrichtung besteht in zwei Klauen G und G_1, welche mit Schrauben V und V_1 an dem Versuchstabe befestigt werden. G trägt eine mit gläsernem Zifferblatte verschlossene Dose B, welche eine Zeigervorrichtung enthält.

G_1 ist mit einem ausgebohrten Schraubengewinde für die Befestigungschraube V_1 versehen. Beide Klauen stehen durch eine Stange T in Verbindung, welche einerseits mittels Gewinde in die Klaue G_1 mit Gegenmutter eingeschraubt ist, anderseits durch eine Gummimuffe in die Dose B hineinragt und an ihrem äufsersten Ende einen Hebel berührt, welcher durch die aus Abb. 15, Taf. XXVIII ersichtliche Bewegungsvorrichtung den Zeiger bei Zugspannung nach rechts, bei Druckspannung nach links dreht.



Bei Vornahme einer Dehnungsmessung stellt man den Zeiger auf die Mitte der Teilung in die Richtung der Stange T und liest nach eingetretener Einwirkung der Zug- oder Druckspannung die vom Zeiger erreichte Ziffer ab, aus der die betreffende Spannung unmittelbar hervorgeht, oder durch eine Umrechnungstafel bestimmt wird. P—n.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Schenck's Einzelachs-Wage für Lokomotiven.*)

Bei der C. Schenck zu Darmstadt patentierten Einrichtung wird mittels in einer Grube fahrbar angeordneter Wagen der Druck jedes einzelnen Rades einer Lokomotive genau ermittelt. Es ist dadurch möglich, Ungleichheiten der Belastung, welche den ruhigen Gang der Lokomotive beeinträchtigen, zu beseitigen.

Die ersten Anlagen wurden für die neue Lokomotiv-Bauanstalt von Borsig, Tegel, sowie für die Lokomotivwerkstätte der Pfälzischen Eisenbahnen in Ludwigshafen ausgeführt.

Weiter gelangte die Wage bei einer grofsen Anzahl von Werkstätten der preufsischen und badischen Staatsbahnen sowie ausländischer Eisenbahnen, ferner bei verschiedenen Werken zur Ausführung. Auch wird die Wage bei der Prüfung der Achsbelastungen des Hofzuges des Kaisers von Rufsland benutzt.

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, Band II, S. 806.

Wage der Bauart Jeppsson.

N. Jeppsson in Helsingborg benutzt die bei Beladung eines Wagens eintretende Senkung des Wagenkastens zur Betätigung einer Federwage, die das Gewicht der verschiedenen Stückladungen oder einer Wagenladung anzeigt. Dabei ist es gleichgültig, ob die Ladung in der Mitte, an den Enden oder an den Seiten des Wagenbodens liegt.

Die Wage kostet bei einem Gewichte von etwa 16 kg 28 M und läfst sich leicht unter jedem Güterwagen anbringen. Sie ist aufser in den skandinavischen Ländern in Deutschland, England und Amerika patentiert und soll grofse Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit zeigen. —k.

Maschinen- und Wagenwesen.

Über den Einflufs der Rippen-Heizrohre auf die Haltbarkeit der Lokomotivkessel.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1904, November, S. 1824; Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1904, November, S. 1388; Le Génie civil 1904, XLVI, Dezember, S. 101. Mit Abb.)

Die Ursache der am 4. Juli 1904 auf dem Bahnhofe St. Lazare in Paris eingetretenen Explosion eines Lokomotivkessels wird darauf zurückgeführt, dafs die widerstandsfähigen und steifen Serve-Rohre, mit denen der Kessel ausgerüstet war, die Rohrwände durch Ausdehnung und Zusammenziehung fortgesetzt beansprucht haben. Die eingehende Untersuchung des Falles hat mit Sicherheit ergeben, dafs weder die Bauart des Kessels, noch unzulässig hoher Druck oder Wassermangel zu dem Unfalle geführt haben, auch die Nietungen unversehrt und, was die Brüche im vollen Eisen anbetrifft, angefressene oder geflickte Stellen am Kessel nicht vorhanden gewesen sind. —k.

Neue Lokomotivgattung der Pariser Gürtelbahn.

(Revue générale des chemins de fer, Mai, 1904, S. 334. Mit Abb.; Railroad Gazette 1904, November, S. 512. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 19 auf Tafel XIII, Abb. 3 bis 6 auf Tafel XXXI und Abb. 1 bis 4 auf Tafel XXXII.

Im April 1901 hat die Gesellschaft der Pariser Gürtelbahnen die Nordbahn-Gesellschaft mit dem Entwurfe und der Bauausführung von 15 neuen Lokomotiven für den Dienst auf der »kleinen Gürtelbahn« beauftragt.

Die Züge setzen sich gewöhnlich aus zwei Gepäckwagen von je 8 t, 5 Wagen II. Klasse von je 13,5 t und einem Wagen I. Klasse von 14,5 t Gewicht zusammen. Ein derartiger Zug enthält 507 Sitz- und Stehplätze. Unter der Annahme von 70 kg Gewicht für jeden Reisenden mit Gepäck ist die zu befördernde Last 39,9 t und somit das Gewicht des Zuges 173,9 t. Die 31,5 km lange Fahrt um Paris von Courcelles bis Courcelles soll in 65 Minuten beendet werden, von denen 50 Minuten auf die Fahrt und 15 Minuten auf die Aufenthalte auf den 29 Stationen entfallen. Die Stationsabstände schwanken zwischen 500 und 1760 ^{m}. Der kleinste Krümmungshalbmesser ist 150 ^{m}, bei Steigungen von 10 bis 15 $^{0}/_{00}$. Den Streckenlängsschnitt zeigt Abb. 19, Taf. XIII.

Um einigermafsen Anhaltspunkte für die erforderlichen Leistungen der zu erbauenden Lokomotive und über die Eigenheiten des Betriebes zu gewinnen, hat die mit dem Bau beauftragte Nordbahn zunächst einige Versuchszüge mit verschiedenen ihrer eigenen Lokomotiven gefahren, deren Ergebnisse die Quelle in einigen Zusammenstellungen widergiebt. Am zweckmäfsigsten erschien nach diesen Versuchen eine $^{3}/_{5}$ gekuppelte Tender-Verbund-Lokomotive mit vorderm Drehgestelle, 1,6 ^{m} Triebraddurchmesser, 16,5 t Triebachslast, 3 t Kohlenvorrat und 5 cbm Wasserraum. Alle Achsen, einschliefslich der des Drehgestelles, sollen gebremst werden. Ferner entschied man sich für Antrieb durch vier Zylinder, von denen je zwei eine gemeinsame durchgehende Kolbenstange haben, und eine gemeinsame Steuerung für jede Maschinenseite. Dabei sollten die Niederdruckzylinder 20 $^{0}/_{0}$ mehr Füllung erhalten, als die Hochdruckzylinder. Um die Dampfspannung im Verbinder möglichst gleichmäfsig zu erhalten, sollte dieser genügend grofs bemessen werden und die Niederdruckschieberkasten jeder Seite durch eine besondere, nicht zu enge Rohrleitung verbunden werden.

Nach diesen Grundgedanken wurden die neuen Lokomotiven Nr. 51 bis 65 entworfen. Die Hauptabmessungen der jetzt

ausgeführten Lokomotive sind folgende (Abb. 3 und 4, Taf. XXXI): Kesselspannung 16 At., Wasserraum des Kessels 3,625 cbm, Dampfraum 2,321 cbm, Rostfläche 2,35 qm, Heizfläche der Feuerbüchse 10,09 qm; Heizfläche der Heizrohre 129,71 qm, ganze Heizfläche 139,80 qm, Anzahl der Serve-Heizrohre 90, äufserer Durchmesser 70 ^{mm}, Länge zwischen den Rohrwänden = 3,5 ^{m}, Kesseldurchmesser = 1,316 ^{m}, Durchmesser des Hochdruckzylinders 330 ^{mm}, Durchmesser des Niederdruckzylinders 540 ^{mm}, Hub = 600 ^{mm}, Leergewicht der Lokomotive 51,56 t, Betriebsgewicht 63,185 t, Triebachsgewicht 47,185 t, Zugkraft bei Verbundwirkung = 10,205 t, bei Zwillingswirkung 13,095 t.

Die Längsträger und Querversteifungen des Rahmens, die Bufferbohle mit den Bufferkörben, die als Kesselträger und Querversteifung dienende Platte zwischen den Rahmen, die Zylinder, sowie endlich die Querversteifung vor der Feuerbüchse bestehen aus Stahlformgufs. Die Bauart des Drehgestelles ist aus Abb. 4, Taf. XXXI ersichtlich. Die in vier Gehängen schwebende und den halbkugelförmigen Drehzapfen tragende Wiege sichert gleichmäfsige Gewichtsverteilung. Die Rückstellkraft des Gestelles schwankt je nach der Gröfse des Ausschlages zwischen 2400 und 6000 kg.

Jede Lokomotivseite wird von einer gewöhnlichen Heusingersteuerung bedient, bei der die unmittelbar hinter einander in derselben Achse liegenden Schieberstangen des Hoch- und Niederdruckzylinders durch eine Kuppelungsmuffe verbunden sind.

Um die Dampfspannung im Verbinder auf der durch Versuche ermittelten zweckmäfsigen Höhe von 2,5 bis 3 At. zu halten, und dem Niederdruckzylinder 20 % mehr Füllung geben zu können, als dem Hochdruckzylinder, erhielt die Kuppelungshülse der Niederdruckschieberstange ein freies Spiel von 12 ^{mm} (Abb. 5 und 6, Taf. XXXI) und die äufseren Überdeckungen des Schiebers wurden auf jeder Seite um 6 ^{mm} gekürzt, da man durch alleinige Verminderung der äufseren Überdeckung des Niederdruckschiebers nur 10 % mehr Füllung erreichen konnte. Auf diese Weise ergeben sich folgende Steuerungsverhältnisse bei 0,4 und 0,6 Füllung:

	0,4 Füllung		0,6 Füllung	
	Hochdruckschieber	Niederdruckschieber	Hochdruckschieber	Niederdruckschieber
Schieberüberdeckungen in mm: äufsere	25	19	25	19
„ „ „ innere	—3	—3	—3	—3
Gröfste Eintrittskanalweite in mm	11	11	18	18
Voreilung	5	5	5	5
Füllungsverhältnis in % des Kolbenhubes	40	60	60	75
Dampfdehnungsverhältnis in % des Kolbenhubes	35	22,5	25	15
Vorausströmungsverhältnis in % des Kolbenhubes	25	17,5	15	10
Ausströmungskanalweite in mm	35	33	35	40
Ausströmungsverhältnis in % des Kolbenhubes	80	85	87,5	91
Zusammendrückungsverhältnis in % des Kolbenhubes	18	13	11,5	8
Vorausströmungsverhältnis in % des Kolbenhubes	2	2	1	1

Die Quelle bringt Schaubilder der Dampfverteilung und Arbeit bei verschiedenen Geschwindigkeiten.

Wegen des hohen Kesseldruckes von 16 At. sind Schieberentlastungen nach Adams vorgesehen. Entlastete Schieber üblicher Bauarten zeigen im allgemeinen den Übelstand, dafs sie beim Leerlaufe der Lokomotive erheblich gröfsere Luftverdünnung vor dem Kolben erzeugen, als bei nicht entlasteten Schiebern. Der entlastete Raum über dem Schieber steht nämlich in ständiger Verbindung mit der Aufsenluft, die den Schieber bei geschlossenem Regler durch das Entstehen eines luftverdünnten Raumes im Schieberkasten fest auf den Spiegel drückt, und somit ein Nachströmen von Luft aus dem Auspuffe, wie bei nicht entlasteten Schiebern, verhindert. Vor dem Kolben herrscht demnach starke Luftverdünnung, hinter dem Kolben der Luftdruck, so dafs die Maschine beim Leerlaufe tote Arbeit leisten mufs. Um dieses zu vermeiden, ist die Bauart der Entlastung so abgeändert, dafs der entlastete Raum über dem Schieber nicht in dauernder Verbindung mit dem Auspuffe bleibt, sondern sich beim Leerlaufe der Maschine durch ein selbsttätig wirkendes Doppelsitzventil mit dem Schieberkasten in Verbindung setzt und durch den dadurch bewirkten Druckausgleich den Schieber zu einem nicht entlasteten macht. Bei geöffnetem Regler drückt der Dampf aus dem Schieberkasten das Doppelsitzventil S (Abb. 1 und 4, Taf. XXXII) nach rechts und setzt den Raum über dem Entlastungsringe des Schiebers mit dem Auspuffe in Verbindung; der Schieber ist entlastet. Bei geschlossenem Regler schiebt beim Entstehen von Unterdruck im Schieberkasten eine schwache Feder das Ventil wieder nach links, sperrt das Rohr zum Auspuffe ab und öffnet das zum Schieberkasten. Durch den entstehenden Druckausgleich über und neben dem Schieber wird seine Entlastung beseitigt.

Das Anfahren geschieht in der Regel mit den beiden Hochdruckzylindern allein, doch können auch die Niederdruckzylinder bei schweren Zügen Frischdampf erhalten. Zu diesem Zwecke schaltet beim Aufreifsen des Reglerhebels bis an den Knaggen ein dadurch umgesteuerter Prefsluftumschalter auf jeder Maschinenseite einen am Niederdruckzylinder liegenden Drehschieber um (Abb. 1, Taf. XXXII), der dann den Niederdruckzylindern aus den Einströmungsrohren der Hochdruckzylinder frischen Kesseldampf zuführt und den Abdampf aus letzteren unmittelbaren Austritt in das Blasrohr gestattet.

Beim Wiedereinziehen des Reglerhebels nach dem Anfahren wird der Prefsluftumschalter durch Federkraft wieder umgesteuert, der dann die Drehschieber umschaltet und somit die Maschine auf Verbundwirkung einstellt. Einzelheiten der Drehschieber, des Prefsluftumschalters und seiner dicht am Reglerhebel sitzenden Umsteuerung sind in Abb. 1 bis 3, Taf. XXXII dargestellt.

Mit der neuen Lokomotive sind verschiedene Versuchsfahrten mit geringer, mittlerer und grofser Geschwindigkeit ausgeführt. Die Ergebnisse über die hierbei erhaltenen Schaulinien der Zugkraft und Leistung, die sich bis auf 1000 PS erstreckt, bringt die Quelle. Bezüglich des raschen Anfahrens sind mit dieser neuen Gattung die besten Erfahrungen gemacht. Vergleichsweise sei erwähnt, dafs nach Angaben der Manhattan-

bahn in New-York die elektrisch betriebenen Züge 30 Sekunden nach der Abfahrt 200 ^{m} durchlaufen haben. Wie aus den Schaubildern hervorgeht, hat die Lokomotive voll belastet in derselben Zeit nach der Anfahrt 190 ^{m} zurückgelegt.

Um mit Hülfe dieser neuen Lokomotiven den Betrieb sparsamer zu gestalten, ist der Aufenthalt auf den Stationen auf das kleinste durchführbare Mafs, nämlich 20 bis 25 Sek. herabgemindert und für die Fahrzeit im ganzen 53 bis 58 Minuten festgesetzt, so dafs an der Fahrzeit 10 Minuten gespart sind. Unter Zugrundelegung einer Leistung von 800 PS beträgt das Gewicht der betriebsfähigen Lokomotive 78 kg/PS. und das Leergewicht 65 kg/PS. Ihr Kohlenverbrauch bei beschleunigtem Betriebe in den Monaten Juni und Juli belief sich auf 13,2 kg/km und 12,9 kg/km, gegenüber 13,1 kg/km und 13 kg/km der alten Lokomotiven in denselben Monaten des Jahres 1902.

R—l.

Untersuchungen an der Heusinger-Steuerung.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1905, März, S. 481. Mit Abb.)

Der Hauptgesichtspunkt für die ausgeführten Untersuchungen an der Heusinger-Steuerung war der rein praktische, dem Entwurfe auf dem Papiere in handlichem Mafsstabe eine solche Sicherheit zu geben, dafs eine Nachprüfung an einem Modelle fortfallen kann. Auf Grund der Ergebnisse von acht Versuchsreihen werden einige wenige Regeln gegeben, die für den Entwurf einer neuern Steuerung zu beachten sein würden.

—k.

Signalwesen.

Natalis' Signalanlagen und Weichensicherungen der Schwebebahn Barmen-Vohwinkel.

(Dinglers polytechnisches Journal 1902, S. 138, 155.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel XXXIII.

Aufser den früher*) beschriebenen Blocksignal-Einrichtungen an den Haltestellen der Strecke wurden zur Sicherung des Betriebes besondere Anordnungen für die Blockung der Ein- und Ausfahrt und zur Stellung von Weichen auf den Ausgang- und Endbahnhöfen Barmen-Rittershausen und Vohwinkel, sowie auf dem Zwischenbahnhofe Zoologischer Garten erforderlich.

In den zur Erläuterung dienenden Darstellungen der Stromwege (Abb. 1, Tafel XXXIII) sind die früheren Buchstabenbezeichnungen (Abb. 3, Tafel XXV) beibehalten, abgesehen von den in den Zügen und auf der Strecke angebrachten Blocksignalmitteln, die nicht erst, wie in Abb. 3, Tafel XXV durch vier grüne und vier rote Glühlampen, sondern durch quadratische Felder gekennzeichnet sind, welche für »Halt« schwarz, für »Fahrt« leicht überstrichelt dargestellt sind. In Abb. 1 bis 3, Taf. XXXIII erscheinen die für die beiden Zugrichtungen geltenden Blockfelder nicht ganz gleich, sondern sie sind wie es der Wirklichkeit entspricht, symmetrisch dargestellt.

1. Ausgangsbahnhof Barmen-Rittershausen.
(Abb. 1, Taf. XXXIII.)

Hier befinden sich die halbkreisförmige Kehre und zwei Abstellgleise I und II.

Nach Einfahrt eines Zuges in Rittershausen mufs die Entblockung der rückliegenden Haltestelle Wupperfeld stattfinden können, ohne dafs diese Aufhebung des Fahrverbotes von der tatsächlichen Ausfahrt des vorausgegangenen Zuges aus Rittershausen abhängt. Die Streckenblocklinie Vohwinkel-Rittershausen schliefst also mit den Isolierstrecken J_1 und J_2 ab. Die Streckenblocklinie Rittershausen-Vohwinkel beginnt dagegen erst mit dem zwischen der Gleisanlage und dem zweiten Bahnsteige des Bahnhofes Rittershausen für die Richtung Rittershausen-Wupperfeld eingeschalteten Einfahrsignale B. Der zwischen J_1 J_2 und B liegende Bahnhofsbezirk ist also weder in die kommende noch in die gehende Blocksignallinie einbezogen; innerhalb dieses Teiles des Bahnhofes gelten daher die vorzunehmenden Zugbewegungen nur als Verschiebungen, für welche die richtige Lage der Weichensignale w_1 bis w_8 mafsgebend ist. Die vier Weichen W_1, W_2, W_3 und W_4 sind vorläufig durch Handbetrieb stellbare Schiebeweichen, welche später erforderlichen Falles elektrisch stellbar eingerichtet werden können.

Zum Festlegen dieser Weichen dient für jede ein eigener Riegelhebel, der dreierlei Stellungen einnehmen kann, nämlich die Mittellage, bei welcher die zugehörige Weiche entriegelt ist, und die beiden Endlagen für zwei Stellungen, bei denen die betreffende Weiche in der + oder in der — Stellung verschlossen ist. Erst wenn diese Verriegelung nach Beendigung der Weichenumstellung mittels des Weichenriegelhebels richtig erfolgt ist, erhält das zur Weiche gehörige, wie die Ausfahrsignale mit zwei grünen und zwei roten Glühlampen ausgerüstete Weichensignal W_1, W_2 .... bis W_8 Strom für die grünen Lampen. Wenn sich die Weiche in der Mittelstellung befindet, oder noch nicht ordnungsgemäfs verriegelt ist, brennt das rote Licht.

Vom Weichenstellwerke ist die Blocksignaleinrichtung derart abhängig, dafs die Freigabe der Strecke Wupperfeld Rittershausen nur erfolgt, wenn sich die Weiche W_1 in der gewöhnlichen Mittellage für die Gerade befindet und in dieser Stellung verriegelt ist.

Die Umstellung von W_1 kann durch den Weichensteller erst dann erfolgen, wenn vom Bahnhofe aus mittels eines Stellhebels R_0, welcher den Stellwerksriegelhebel R_1 der Weiche W_1 durch ein Verschlufsgestänge S verschlossen hält, die Zustimmung erteilt ist. Der Stellhebel R_0 kann aufser seiner Mittellage zwei Endlagen einnehmen, in denen er den Riegelhebel R_1 für die + oder — Lage der Weiche festlegt. Der Zustimmungs-Stromübergang Z ist somit in Abhängigkeit von W_1 gebracht und die erwähnte Vorbedingung für die Freigebung der Strecke

*) Organ 1905, Seite 86.

Wupperfeld-Rittershausen geschaffen. Nach der Dienstanweisung für den Bahnhofsleiter in Rittershausen darf dieser den Riegelhebel R_1 des Weichenwärters mittels des Riegelhebels R_0 erforderlichen Falles erst dann freigeben, wenn der betreffende Zug im Bahnhofe Rittershausen am Bahnsteige I zum Stehen gebracht worden ist, und das Ausfahrsignal A in Wupperfeld auf »Halt« steht. Das mufs in allen Fällen stets geschehen sein, bevor der Riegelhebel R_0 in seine Mittelstellung gebracht werden kann, indem die Stromübergangszunge des Zustimmungs-Stromüberganges Z vom »Frei«-Stromübergange F abgehoben und auf den »Halt«-Stromübergang H gebracht wird. Sobald und solange der Vormelder V_1 dem Bahnhofsleiter anzeigt, dafs sich ein Zug in dem Blockabschnitte Wupperfeld-Rittershausen befindet, darf überhaupt keine Entriegelung der Weiche W_1 vorgenommen werden.

Zur Verbindung des Ausfahrsignales A in Wupperfeld mit den Bahnhofblockeinrichtungen in Rittershausen sind aufser den gewöhnlichen Rückmeldeleitungen L_1 und L_2 noch drei weitere Leitungen l_1, l_2 und l_3 vorhanden, wovon l_1 und l_2 als Schleife dienen, um den Notumschalter U_1 und den Zustimmungs-Stromübergang einzubinden. Der Beleuchtungstrom für das Signal A wird also nicht, wie bei den Mittelhaltestellen, vom Leitungsanschlusse P_1 des zweiten Blockfeldes abgezweigt, sondern erst in Rittershausen bei P_2 entnommen. Die dritte Leitung l_3 nimmt zwei Vormelder V_1 und V_2 auf und erdet die grünen Lampen des Signales A erst in Rittershausen. V_1 und V_2 sind gewöhnliche Elektromagnete, deren Anker Zeichenscheiben bewegen, welche erkennen lassen, ob das Signal A grün zeigt, also auf »Fahrt« steht; V_1 befindet sich in der Bahnsteigbude, V_2 in der Weichenwärterbude des Bahnhofes Rittershausen. Auf letzterm sind drei Blockfelder vorhanden, von denen das erste, links in Abb. 1, Taf. XXXIII, zum Ausfahrsignale C gehört, und behufs Entblockung durch die Fernleitung L_2 in gewöhnlicher Weise mit der Nachbarhaltestelle verbunden ist; das mittlere Blockfeld gehört zum Signale B und das letzte dient als Hülfsvorrichtung zur Entblockung des Wupperfelder Ausfahrsignales A.

Die Signalgabe im Zugverkehre ist die Folgende. Ein von Wupperfeld nach Rittershausen bestimmter Zug findet die Ausfahrt bei A nur offen, wenn Weiche W_1 für die Gerade verriegelt, also R_1, S, R_0, Z und der Notumschalter U sich in der in Abb. 1, Taf. XXXIII dargestellten Lage befinden. Beim Einfahren in die freie Strecke stellt der Zug das Signal A wie gewöhnlich beim Befahren der stromdicht gesonderten Strecke J_0 hinter sich auf »Halt« und entblockt aufserdem bei der zweiten Stromgebung das Signal der hinterliegenden Nachbarhaltestelle. Ist der Zug in Rittershausen am Bahnsteige I eingetroffen, und darf er nach Abfertigung seinen Weg über die Kehre fortsetzen, so schliefst er bei J_1 mit der ersten Stromgebung den Stromübergang b im Blockfelde D und bewirkt den ersten Schnepperabfall in der zugehörigen Verzögerungsvorrichtung, welche durch die darauf folgende Stromunterbrechung vollends ausgelöst wird. Demzufolge sind die Stromübergänge b und w bei der zweiten Stromgebung von J_1 bereits geschlossen, und die Aufhebung des bei A bestehenden Fahrverbotes erfolgt in Wupperfeld, was durch die Vormelder V_1 und V_2 in Rittershausen angezeigt wird. Durch Befahren der Sonderstrecke J_2, das Öffnen des Stromüberganges b und die Rückführung des Ankers der Verzögerungsvorrichtung wird das Blockfeld D für seine nächste Verwendung wieder zurückgestellt. Das Blockfeld D bezweckt also, die Entblockung des Signales A ebenso, wie in den gewöhnlichen Zwischenhaltestellen, grundsätzlich an zwei Stromgebungen zu binden.

Hat der Zug die Kehre durchfahren, so darf er, wenn das Signal B grün zeigt, bis zum Bahnsteige II Rittershausen weiterfahren, wobei er durch den von J_3 aus seinen Weg über E und e des Blockfeldes B nehmenden Strom in gewöhnlicher Weise den Stromübergang a d schliefst und das Signal B hinter sich auf »Halt« bringt. Der sonst durch den zweiten Gleitschuh des Stromabnehmers gewöhnlich bei J_3 herbeigeführte Entblockungstrom bleibt aus, weil jeder Leitungsanschlufs im Blockfelde B beim Stromübergange b fehlt.

Verläfst der Zug den Bahnhof, um nach Wupperfeld zu fahren, so stellt er beim Überfahren von J_4 das Signal C mittels des ersten über E und e des Blockfeldes C zurückgeleiteten Stromes hinter sich auf »Halt«, gleichzeitig aber mit der zweiten Stromgebung, welche von J_4 über v w h b im Blockfelde C, dann über M und m im Blockfelde B verläuft, das Signal B wieder auf »Fahrt«, genau wie bei der gewöhnlichen Signalabwickelung auf der laufenden Strecke, die hiermit bereits eingeleitet ist. Das Signal B ist übrigens nur für den Fall des Versagens des Anfangsblockfeldes vorgesehen, damit der Fehler auf einen leicht zu übersehenden kleinen Raum beschränkt bleibt.

Trifft ein Zug von Wupperfeld in Rittershausen ein, der an Bahnsteig I abgefertigt, auf das Nebengleis fahren soll, so mufs vom Bahnhofsleiter durch Umlegung des Verriegelungshebels R_0 dem Weichenwärter die Weiche W_1 freigegeben werden, nachdem vorher der Zustimmungs-Stromübergang Z von F auf H gelegt, und das schon auf »Halt« stehende Wupperfelder Signal A von Rittershausen aus noch besonders festgelegt ist.

Bei der Fahrt in das Nebengleis wirken die bei J_1 und J_2 erfolgenden Stromgebungen in den Blockfeldern D und A in derselben Weise wie bei Fahrt durch das Kehrgleis, allein die Aufhebung des Fahrverbotes in A erfolgt trotzdem nicht, weil der Zustimmungs-Stromübergang Z, wie ein Notumschalter, statt der grünen die roten Lampen unter Strom setzt. Erst wenn die Weiche W_1 wieder in ihre regelrechte Lage zurückgestellt und in dieser mittels R_1 verriegelt ist, kann der Bahnhofsleiter auch R_0 wieder in die regelrechte Lage zurückstellen und den Stromweg Z F von neuem schliefsen, wodurch erst das rote Licht des Signales A in grünes umgewandelt wird. Durch den Notumschalter U über dem Blockfeld D kann der Bahnhofsleiter in Ritterhausen ohne jede sonstige Änderung der örtlichen Einrichtungen das Wupperfelder Signal A beliebig von »Fahrt« auf »Halt« stellen.

2. Endbahnhof Vohwinkel. (Abb. 2, Taf. XXXIII.)

Ähnlich der Signalanlage in Ritterhausen ist auch die des Endbahnhofes Vohwinkel eingerichtet; die ausgedehnteren Nebengleisanlagen bedingten hier jedoch noch weitere Vervollständigungen.

Wie aus Abb. 2, Taf. XXXIII hervorgeht, dient eine Hauptkehre während laufenden Verkehres zum regelmäfsigen Umsetzen der durchgehenden Züge vom Gleise II auf I. Aufserdem ist ein Wagenschuppen mit vier Gleisen und vier Kehren und eine Gegenkehre vorhanden.

Den von der Nachbarhaltestelle Vohwinkel-Bruch nach dem Endbahnhofe Vohwinkel fahrenden Zügen bieten sich also zunächst zwei Wege, der über die Hauptkehre und der in den Wagenschuppen. Daher sind an der Ausfahrt beim Bahnsteige II zwei besondere Wegesignale A_1 und A_2, ersteres für die Hauptkehre, letzteres für das Schuppengleis vorgesehen; A_1 steht entgegen der Darstellung in Abb. 2, Taf. XXXIII links, A_2 rechts vom Gleise, um sie auf die beiden Fahrrichtungen zu beziehen. Weiter sind die Weichen 1 und 2 mittels besonderer Verschlüsse V V mit der Signalanlage durch in Abb. 2, Tafel XXXIII als Signalschalter bezeichnete Zustimmung-Stromübergänge in Abhängigkeit gebracht, welche wieder als Notumschalter dienen und zugleich die Stelle von Signalhebeln vertreten. Von diesen Signalschaltern entspricht der letzte dem Ausfahrsignale A der Nachbarhaltestelle Vohwinkel-Bruch, während der erste zum Wegesignale A_2 und der zweite zum Wegesignale A_1 gehört. Nur wenn diese Signalschalter geschlossen sind, können die betreffenden Signale grünes Licht zeigen. Zu diesem Zwecke wird der Lichtstrom für das Ausfahrsignal A nicht in Vohwinkel-Bruch bei T_1, sondern erst im Endbahnhofe aus der Arbeitsleitung bei T_2 entnommen und das Brucher Blockfeld A mit dem Signalschalter des Weichenstellwerkes in Vohwinkel durch zwei besondere Leitungen l_1 und l_2 verbunden. Da die als Zustimmung-Stromübergänge wirkenden Signalschalter unmittelbar in die Lichtleitungen der Signale geschaltet sind und ebenso wie die Notumschalter wirken, so tritt die »Halt«-Lage der zugehörigen Signale A, A_1 und A_2 stets unbedingt ein, sobald der betreffende Schalter auf »Halt« gestellt wird, einerlei, ob im Blockfelde des fraglichen Signales die Stromübergänge für rot oder grün geschlossen sind.

Hiernach und nach den weiteren aus Abb. 2, Taf. XXXIII hervorgehenden besonderen Anordnungen vollzieht sich das Umsetzen der Züge vom Gleise II auf Gleis I in folgender Weise. Von Vohwinkel-Bruch kann der Zug nach Vohwinkel nur abgehen, wenn A »Fahrt« zeigt. Dies ist nur möglich, wenn die Weichen 1 und 2 in ihre gewöhnliche Lage auf die Kehre gestellt und verriegelt sind. Dabei stehen, wie Abb. 2, Taf. XXXIII zeigt, der zweite und dritte Signalschalter mit den zugehörigen Signalen A und A_1 auf »Fahrt«, der erste Signalschalter, somit das Signal A_2 auf »Halt«, sodafs ein Verstellen der Weichen 1 und 2 nicht möglich ist. Fährt der Zug weiter über die Sonderstrecke J, so bringt er in gewöhnlicher Weise hinter sich das Signal A auf »Halt« und bewirkt in der hinterliegenden Station die Aufhebung des Fahrverbotes. Hat dann der Zug den Bahnsteig II in Vohwinkel erreicht und seine Fahrgäste abgesetzt, so fährt er über die Hauptkehre und über die Sonderstrecke J_1 zum Bahnsteige I, stellt dadurch mit der ersten über das Blockfeld A_1 verlaufenden Stromgebung hinter sich das Wegesignal A_1 auf »Halt« und mit der zweiten wieder über Block A_1, Leitung l_3, Weichenstromübergang k und Fernleitung L_2 nach dem Blockfelde A der Haltestelle Vohwinkel-Bruch verlaufenden Stromgebung deren Signal A auf »Fahrt«.

Fährt der Zug vom Bahnsteige I nach der Haltestelle Vohwinkel-Bruch, so stellt er beim Überfahren der Sonderstrecke J_3 in gewöhnlicher Weise das Ausfahrsignal B auf »Halt« und mit der zweiten Stromgebung das Wegesignal A_1 auf »Fahrt«. Das Wegesignal A_1 bildet also eine Blocksignalstelle zwischen Bahnsteig I in Vohwinkel und Bahnsteig II in Vohwinkel-Bruch. In Bahnhof Vohwinkel ist für jedes der drei Lichtsignale ein besonderes Blockfeld vorhanden; das in Abb. 1, Taf. XXXIII angedeutete vierte Blockfeld entspricht der Anordnung bei den Mittelhaltestellen als doppeltes Blockfeld und dient allenfalls als Vorrat.

Soll ein Zug auf das Wagenschuppengleis gelassen werden, so wird die Weiche 1 zunächst durch Umlegen der gekuppelten Zustimmung-Stromübergänge, des zweiten und dritten Signalschalters, auf »Halt« entriegelt, umgestellt und in der neuen Lage durch Umlegen des Riegelhebels R_1 verschlossen, sowie dieser durch Umstellen des zugehörigen ersten Signalschalters auf »Fahrt« verriegelt. Ebenso erfolgt auch die Verriegelung der Weiche 3. Alsdann zeigen die beiden Signale A und A_1 »Halt« und das zweite Wegesignal A_2 »Fahrt«. Überfährt dann der Zug die Sonderstrecke J_2, so stellt die hierbei über das Blockfeld A_2 verlaufende erste Stromgebung das Wegesignal A_2 auf »Halt«, während die zweite ebenfalls über das Blockfeld A_2 und über L_2 nach Vohwinkel-Bruch verlaufende Stromgebung dort bei A die Rückmeldung bewirkt, ohne jedoch das rote Licht in grünes umzuwandeln; dies geschieht erst, wenn der dritte Signalschalter auf »Fahrt« geht, vorher mufs aber die Weiche W_1 wieder in ihre gewöhnliche Lage zurückgestellt und in dieser verriegelt sein. Um das von J_2 bei A_2 bewirkte Fahrverbot wieder selbsttätig aufheben zu können, ist die Sonderstrecke J_4 eingelegt, von welcher der freistellende Strom über das Blockfeld A_2 nach Erde geht.

Soll ein im Wagenschuppen befindlicher Zug an Bahnsteig I den Dienst aufnehmen, so erfolgt die Ausfahrt durch die Weichen 4 und 2 lediglich als »Verschiebung» unter Beachtung der Weichensignale. Bevor Weiche W_2 umgelegt werden kann, ist zunächst der 2. und 3. Signalschalter auf den »Halt«-Stromübergang zu stellen, also das Signal A in Vohwinkel-Bruch und das Wegesignal A_1 in Vohwinkel rot zu schalten. Bei Umstellung der Weiche W_2 erfolgt daselbst auch die Unterbrechung des Stromlaufes bei k. Durch das Überfahren der Sonderstrecke J_1 wird das Blockfeld A_1 ebenso geblockt, wie wenn der Zug über die Hauptkehre nach Bahnsteig I fährt, allein die Rückmeldung nach Vohwinkel-Bruch unterbleibt, weil die Fernleitung L_2 in Weiche 2 bei k unterbrochen ist. Bei der Abfahrt erfolgt die Signalabwickelung wie gewöhnlich, indem beim Überfahren der Sonderstrecke J_3 das Ausfahrsignal B regelrecht auf »Halt« eingestellt und A_1 auf »Fahrt« zurückgestellt wird.

Schliefslich ist für den Bahnhof Vohwinkel noch zu bemerken, dafs die grünen Lampen des Signales A getrennt für sich durch die besondere Leitung l geerdet sind, und in diese ein Vormelder eingeschaltet ist, dessen jeweilige Lage der Zeichenscheibe den Weichenwärter erkennen läfst, ob die besagten Lampen Strom haben, also das Signal A in Vohwinkel-Bruch »Fahrt« zeigt.

Elektrische Beleuchtung von Eisenbahnsignalen.

(Elektrotechnische Zeitschrift 1904, August, Heft 32, S. 691. Mit Abb.; Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1904, Dezember. XLVII, S. 1113.)

Mit Zeichnungen Abb. 6 bis 8 auf Tafel XXV.

In der Einleitung des von A. Frey, Elektrotechniker der Gotthardbahn verfafsten Aufsatzes wird darauf hingewiesen, dafs sich nach der Einführung hoher Zuggeschwindigkeiten das Bedürfnis herausgestellt hat, die Deckungssignale zu vermehren und besser kenntlich zu machen. Die Beleuchtung dieser Signale mit Petroleum- oder Gaslampen hat vielfach Veranlassung zu Betriebstörungen gegeben, auch ist diese Beleuchtung ziemlich kostspielig. Die Kosten für Lampe und Jahr betragen bei Petroleumbeleuchtung 47 M., bei elektrischer dagegen nur 32 M., sodafs bei jeder Signallaterne eine Ersparnis von jährlich 15 M. erzielt werden kann. Bei der Gotthardbahn ist die elektrische Beleuchtung der Mastsignale seit dem Jahre 1898 auf allen gröfseren, mit elektrischem Lichte versehenen Bahnhöfen eingeführt; sie hat bis jetzt vorzüglich gewirkt, Störungen sind nur ganz vereinzelt vorgekommen. Eine von Frey entworfene Signallaterne ist in den Abb. 6 und 7 auf Tafel XXV dargestellt. Bei dem Entwurfe mufste Rücksicht darauf genommen werden, dafs die vorhandenen Petroleumlaternen jederzeit wieder in die Halter eingesetzt werden können. Jede Laterne enthält zwei Glühlampen, die federnd und in einem Kugelgelenke zwischen den beiden Strahlspiegeln aufgehängt sind. Nach langen Versuchen hat Verfasser gefunden, dafs zwei zehnkerzige Glühlampen mit Bajonettfassung und 4 Watt Stromverbrauch für die Normalkerze als das geeignetste Mittel für die Signalbeleuchtung bezeichnet werden können. Bei Versuchen mit grün und rot gefärbten Glühlampen wurden keine befriedigenden Ergebnisse erzielt; auf grofse Entfernung sah man nur den weifsglühenden Kohlenfaden der Lampe, die Farbe verschwand vollständig. Bei den weiteren Versuchen wurde festgestellt, dafs bei Benutzung von zehnkerzigen Lampen und bei ganz dunkelgrünem und rubinrotem Glase von 2,5 ^{mm} Dicke das Signalbild am gleichmäfsigsten beleuchtet, auf die gröfste Entfernung am deutlichsten sichtbar und hauptsächlich in Betreff der Farben am besten kenntlich ist.

Um die Glühlampen leicht auswechseln und bei etwaigen Störungen die Ersatz-Petroleumlampen schnellstens einsetzen zu können, sind die Laternen mit Einrichtung zum Aufziehen und Herunterlassen versehen. Die Quelle bringt Abbildungen dieser Einrichtung und beschreibt und zeichnet die Verbindung der Zuleitungen mit den stromdichten Leitungen der Signallampen, die Stromzuführung zu einer elektrisch betriebenen Wendescheibe, eine wasser- und glasdichte Laterne und schliefslich den Endverschlufskasten und die Schaltung für ein elektrisch beleuchtetes Vorsignal im Gotthardtunnel. Aufser einer Leitungskuppelung der Siemens-Schuckert-Werke in Berlin erhält jede Laterne eine weitere kleine Porzellankuppelung (Abb. 8, Taf. XXV), die im Bedarfsfalle leicht gelöst werden kann. Das Versagen jeder einzelnen Lampe kann in dem Stellwerksraume, in welchem sich der Ausschalter, die Sicherungen und die Blitzschutzvorrichtungen für die betreffenden Signale befinden, an einem sehr empfindlichen Ampèremeter wahrgenommen werden.

Zum Schlusse macht der Verfasser einige Angaben über die Anlage- und Betriebskosten für die elektrische Beleuchtung eines Vorsignales in 1000 ^{m}, eines Hauptabschlufssignales in 511 ^{m} und eines Ausfahrsignales in 150 ^{m} Entfernung vom Stellwerke. —k.

Die gebräuchlichsten Bauarten der Funkentelegraphen und ihre gegenwärtige Anordnung.*)

(Archiv für Post und Telegraphie Nr. 4, Februar 1904.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 10 auf Tafel XXI.

2. Bauart Slaby-Arco.

Schaltung. — Der unten geerdete Senderdraht (Abb. 5, Taf. XXI) wird durch einen auf dessen Eigenschwingungen abgestimmten geschlossenen Schwingungskreis mit grofser Aufnahmefähigkeit in Gestalt von Leydener Flaschen und kleiner Selbstinduktion unmittelbar erregt. Die Abstimmung des Erregerkreises auf die Schwingungen des Senderdrahtes erfolgt durch die regelbare Selbstinduktionspule S J; die Anzahl der in den Erregerkreis eingeschalteten Windungen wird so lange geändert, bis ein dicht über dem Erdungspunkte des Luftdrahtes eingeschaltetes Ampèremeter einen Höchstwert anzeigt. Am freien Ende des Luftleiters ist dann ein Spannungsbauch vorhanden. Die gleiche Spule dient auch zur Regelung des Luftdrahtes auf verschiedene Wellenlängen.

Zur Erzeugung des Speisestromes für den Funkeninduktor dient ein zusammen mit einem Turbinenunterbrecher und einem Taster in die erregende Wickelung des Induktors eingeschalteter Stromerzeuger. Der Erregerkreis steht über eine Abschalte- oder Hülfsfunkenstrecke mit dem Senderdrahte in Verbindung. Wenn der Senderdraht durch Umlegen eines einfachen Kurbelumschalters als Empfangsdraht auf den Empfänger geschaltet wird, so wird den von dem Drahte aus dem Äther aufgesaugten elektrischen Wellen der Weg zum Geber durch die Abschaltefunkenstrecke gesperrt. Die Wellen treten dann durch die für die Abstimmung des Empfängerstromkreises benutzte regelbare Selbstinduktionspule in den Fritter, der mit ihr und einem Hochspanner mit dem Fritter gegenüber 100mal gröfserer Aufnahmefähigkeit zu einem geschlossenen Schwingungskreise vereinigt ist. Neben den Fritter ist über den Anker eines Klopfers ein Magnetschalter und eine kleine Batterie eingeschaltet. Der Magnetschalter betätigt einen Morseschreiber und den Klopfer, dessen zu einem Klöppel ausgebildeter Anker durch Erschütterung die durch die elektrische Bestrahlung im Fritter geschaffene leitende Verbindung wieder zerreifst.

Arco'scher Wellenmesser (Abb. 5, Taf. XXI). Die Länge a b der für die Abstimmung in den Fritterstromkreis einzuschaltenden Selbstinduktionspule wird in folgender Weise ermittelt. In den Geberdraht wird der Arco'sche Wellenmesser, eine Mehrerspule besonderer Bauart eingeschaltet und die Zahl der eingeschalteten Windungen so lange verändert, bis die Funkenlänge einer zwischen den beiden Enden des eingeschalteten Spulendrahtes angeordneten Funkenstrecke ihren

*) Siehe Organ 1905, S. 85.

Höchstwert erreicht. Die eingeschaltete Drahtlänge, die an der Teilung des Wellenmessers unmittelbar abgelesen werden kann, wird mit einer für die bei der Slaby-Arco-Bauart zur Verwendung kommenden Fritter berechneten Ziffer = 0,54 vervielfältigt. Das Ergebnis stellt die Spulenlänge dar, die in den Fritterstromkreis eingeschaltet werden mufs; nach Einschaltung dieser Länge wird noch der Anschlufs des Luftdrahtes an die Abstimmungspule so lange verschoben, bis die Vorrichtungen genau arbeiten.

Mit dem Arco'schen Wellenmesser ist es auch möglich, eine beliebige Anzahl von Funkentelegraphenstationen auf einen und denselben Geber abzustimmen, ohne dafs dabei die Geberstation in Tätigkeit zu treten braucht. Zu diesem Zwecke wird die tragbare Abstimmspule S (Abb. 6, Taf. XXI) zunächst bei der Geberstation auf die von dieser verwendete Wellenlänge eingestellt, indem ihr eines Ende an das untere Ende des Luftdrahtes A angeschlossen und das andere mit einer Prüfungsfunkenstrecke P F in Verbindung gebracht wird. Der zweite Pol der Prüfungsfunkenstrecke führt an einen beweglichen Anschlufs k, mittels dessen durch einfache Verschiebung beliebig viele Windungen der Abstimmspule S eingeschaltet werden können. Der neben die Prüfungsfunkenstrecke geschaltete kleine Hochspanner mufs eine Aufnahmefähigkeit erhalten, die der der zu verwendenden Fritter ungefähr entspricht.

Sobald die Geberfunkenstrecke in Wirksamkeit tritt, setzt auch in der Prüfungsfunkenstrecke eine Entladung ein, die um so kräftiger wird, je mehr die Eigenschwingung des Abstimmstromkreises mit der des Gebers übereinstimmt. Die beste Abstimmung ist erzielt, wenn der Anschlufs k derart eingestellt ist, dafs die Prüfungsfunkenstrecke die längsten Funken liefert; dies mag bei Einstellung des Schieberanschlusses auf die Marke 120, also die 120. Spulenwindung der Fall sein.

In gleicher Weise erfolgt dann eine Abstimmung der Geber der übrigen Stationen durch Anschaltung der Abstimmspule mit der Prüfungsfunkenstrecke an das untere Ende der Luftleitung. Der Schiebeanschlufs der Abstimmspule bleibt aber jetzt dauernd auf der vorher ermittelten Marke 120 stehen. Dagegen werden nun die Mehrerspule des Erregerkreises oder die Leydener Flaschen des Hochspanners C so geregelt, dafs die Prüfungsfunkenstrecke wiederum die längsten Funken gibt. Alsdann ist dieser Geber mit dem ursprünglichen in Übereinstimmung gebracht.

Die Abstimmung des Empfängerstromkreises erfolgt ähnlich. Die Abstimmspule mit der Prüfungsfunkenstrecke wird wieder an das untere Ende der jetzt als Empfängerdraht dienenden Luftleitung angeschlossen; der Schiebeanschlufs bleibt unverändert auf Marke 120 stehen. Die Stromkreise für den Empfangsdraht und den Fritter werden nun durch Änderung der eingeschalteten Hochspanner und Selbstinduktionspulen so eingerichtet, dafs die Funken der Prüfungsfunkenstrecke ihre gröfste Länge erreichen. Der Empfänger ist dann mit den früher abgestimmten Gebern in Übereinstimmung.

Funkeninduktoren. — Für kleine Entfernungen bis 40 km kommen Funkeninduktoren von 15 cm Schlagweite zur Anwendung, die mit gewöhnlichem Hammerunterbrecher versehen sind. Zur Speisung des Induktors dient eine Batterie von 20 bis 40 kleinen Trockenzellen, deren Verbrauch nur 50 bis 100 Watt beträgt. Für mittlere Entfernungen von 40 bis 80 km werden Induktoren von 30 cm Schlagweite benutzt, die durch Gleichstrom unter Anwendung eines Turbinenunterbrechers oder unmittelbar durch einen Wechselstromerzeuger gespeist werden. Der Verbrauch beträgt hier etwa 1 Kilowatt. Für gröfsere Entfernungen von 80 bis 300 km genügen 3 Kilowatt; in diesem Falle werden die Induktoren ohne Turbinenunterbrecher entweder unmittelbar mit Wechselstrom oder aus einer Gleichstromquelle unter Anwendung eines Gleichstromwechselstrom-Umformers gespeist.

Turbinenunterbrecher. — Der Turbinenunterbrecher der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft (Abb. 7, Taf. XXI) besteht aus einer elektrisch angetriebenen Quecksilberturbine, deren senkrecht angeordnete, hohle Achse mit dem untern Ende in einen gufseisernen Topf eintaucht, dessen unterer Teil mit etwa 3 kg Quecksilber gefüllt ist. Letzteres wird von der Turbinenwelle, einem rechtwinkelig gebogenen Metallrohre r, bei schneller Umdrehung durch die in dem untern Teile ihres senkrechten Schenkels angeordneten Flügel aufgesaugt und dann unter Wirkung der Fliehkraft durch eine 2 qmm grofse Öffnung in Gestalt eines feinen Strahles auf einen Metallring s ausgespritzt. Dieser ist aufserhalb des Quecksilbervorrates, aber in der Höhe der Ausspritzöffnung des Turbinenrohres angeordnet und besitzt eine oder in regelmäfsiger Folge zwei oder mehrere Aussparungen. Der Quecksilberstrahl wird also, je nachdem er auf den Metallring trifft oder durch die Aussparungen spritzt, den Strom schliefsen oder öffnen. Das Quecksilber ist zu diesem Zwecke mit dem einen, und der Metallring mit dem andern Pole der Stromquelle verbunden; bei 200 bis 1000 Umdrehungen in der Sekunde werden also entsprechend viele Stromschlüsse und Öffnungen hervorgerufen. Zur Verhütung oder aber schnellen Löschung der Funkenbildung wird das Turbinengefäfs bis über die Ausspritzstelle mit Alkohol angefüllt. Das Quecksilber sammelt sich auf dem Boden des Gefäfses und vereinigt sich wieder zu einer zusammenhängenden Masse. Das Turbinenrohr und der Metallring sind an dem Gefäfsdeckel befestigt. Eine kleine, an dem Gehäuse des Unterbrechers befestigte elektrische Triebmaschine treibt die Turbine mittels Schnurübertragung an. Ein wesentlicher Vorteil des Turbinenunterbrechers besteht darin, dafs nie ein dauernder Stromschlufs eintreten kann, weil der Strom sofort unterbrochen wird, wenn die Turbine aus irgend einer Ursache stehen bleibt. Als Zeichengeber dient eine einfache Taste, die jedoch zur Verhütung des Verbrennens der Platin-Stromschliefser durch die zu unterbrechenden grofsen Stromstärken mit einer besondern magnetischen oder elektromagnetischen Funkenlöschvorrichtung versehen ist.

Wellenerzeuger, »Oszillator« und Leydener Flaschen. — Die Vorrichtungen des Erregerkreises für die elektrischen Wellen sind zu einem Satze vereinigt. In dem untern gröfsern zylindrischen Behälter, dem Flaschengehäuse sind 3, 7 oder 14 Leydener Doppelflaschen zwischen dessen oberer und unterer Grundplatte durch Zwischenlegen von Filzringen festgeklemmt. Die Doppelflaschen sind ineinander gestellte einfache Leydener Flaschen mit einer Aufnahmefähigkeit von

je 0,001 Mikrofarad. Ihre Aufsenbelegungen sind durch eine auf die untere Holzplatte des Gehäuses gelegte Stanniolbekleidung mit einander verbunden, ihre inneren Belegungen dagegen einzeln an eine stromdicht gelagerte Sammelplatte geführt. Für Geber mit Luftleitung von 20 m Länge genügen drei Doppelflaschen; für Senderdrähte von 40 m Länge kommen sieben Doppelflaschen und darüber hinaus 14 Doppelflaschen zur Anwendung. Auf die Sammelplatte des so gebildeten Hochspanners ist die Funkenstrecke senkrecht aufgesetzt; die Kugeln des Wellenerzeugers sind also übereinander angeordnet. Um das Geräusch der Funken abzuschwächen, ist die Funkenstrecke mit einem Papp- oder Mikanitzylinder umgeben. Der obere verstellbare Pol der Funkenstrecke ist geerdet und dadurch ungefährlich gemacht, während der untere, dessen Berührung starke Wirkungen auf die Nerven zur Folge haben würde, durch seine versteckte Lage schwer zugängig ist. Er ist aufserdem durch roten Farbenanstrich kenntlich gemacht.

Die zwischen Luftdraht und Erregerkreis eingeschaltete Hülfsfunkenstrecke ist unten am Flaschengehäuse angebracht; auf dessen zylindrische Hülle ist noch die Abstimmspule gewickelt, die gleichzeitig als Erregerspule dient. Für kleinere Anlagen besteht bei den neuesten Vorrichtungen die Erregerspule aus Draht, der in die Nuten eines Hartgummiringstückes eingelegt ist. Für gröfsere Leistungen sind die Windungen aus Metallrohr hergestellt.

Von den Vorrichtungen der Empfänger-Einrichtung verdienen der Fritter mit dem Unterbrechungs-Klopfer, der Magnetschalter und der Hochspanner besondere Beachtung.

Fritter. — Um das Fritterpulver gegen die Säuren der Luft zu schützen und um es vollständig trocken und leicht beweglich zu erhalten, kommen nur Fritter in Luftverdünnung zur Verwendung. Die Kolben der Fritter bestehen aus Silber und sind in die Glasröhren sehr genau eingepafst. Trotz des luftdichten Abschlusses gestattet der Fritter eine Regelung der Empfindlichkeit. Zu diesem Zwecke sind die Stirnflächen der Silberkolben nicht gleichgerichtet, sondern abgeschrägt (Abb. 8, Taf. XXI), so dafs zwischen ihnen ein keilförmiger Spalt entsteht. Wird der Fritter so eingestellt, dafs der schmälere Teil des Spaltes nach unten steht, so füllt das Pulver der Höhe nach einen gröfsern Teil aus und der Pulverdruck vermehrt sich. Die Empfindlichkeit des Fritters ist dann am gröfsten. Steht dagegen der breitere Teil des Spaltes nach unten, so vermindert sich der Druck wegen der Verteilung des Pulvers auf eine gröfsere Fläche, und die Empfindlichkeit des Fritters ist dann am geringsten. Durch Drehung des Fritters um seine Längsachse mittels eines Stellrades kann ihm hiernach innerhalb gewisser Grenzen jede beliebige Empfindlichkeit gegeben werden.

Der zur Unterbrechung des Fritterstromkreises dienende Klopfer ist so geschaltet, dafs der Fritterstromkreis durch die Bewegung des Klopferhebels geöffnet und dadurch die Spannung der Fritterzelle kurz vor dem Anschlagen des Klöppels gegen die Fritterröhren vom Fritter abgenommen wird. Hierdurch wird der sonst im Fritterpulver selbst beim Schlagen des Klöppels auftretende Zerreifsungsfunke nach aufsen an die Unterbrechungsfeder des Klopfers verlegt. Diese Schaltung bedingt leichtes und genaues Auslösen und gröfsere Lebensdauer des Fritters.

Magnetschalter und Hochspanner. — Der von dem Fritter betätigte Magnetschalter ist polarisiert von etwa 4000 Ohm Widerstand; um die gleiche Gröfse vermindert sich der Widerstand des Fritters bei regelmäfsiger Empfindlichkeit und Stärke des Wellenstromes durch die elektrische Bestrahlung. Der neben die Fritterzelle und den Magnetschalter geschaltete Hochspanner hat eine Aufnahmefähigkeit von 0,01 Mikrofarad, im Vergleiche zu der des Fritters also eine bedeutende. Er besteht aus Stanniolblättern, welche durch Glimmerscheiben von einander gesondert sind. Die durch die Selbstinduktion der Magnetwickelung auf den Fritter wirkenden Spannungstöfse nimmt der Hochspanner in sich auf und erleichtert dadurch das Auslösen des Fritters. Die Öffnungsfunken des Magnetschalters werden durch Polarisationszellen beseitigt, die neben den Magnetschalterhebel und den Arbeitstromschlufs des Magnetschalters geschaltet sind.

Betrieb.

Zur Beförderung von lebendem Kleinvieh, Geflügel und dergleichen.

Nach auf Grund des deutschen Reichs-Seuchengesetzes getroffenen Bestimmungen sollen alle Eisenbahnwagen, also auch die Gepäckwagen der Güter- und Personenzüge, die zur Beförderung von lebendem Kleinvieh, also auch Geflügel, gleichgültig ob in Körben oder anders verpackt oder unverpackt, gedient haben, nach einer derartigen Benutzung entseucht werden. Da bei genauer Einhaltung dieser Bestimmung die zu entseuchenden Wagen für etwa einen halben Tag dem Verkehre entzogen werden, so hat man neuerdings bei den Verkehrs-Inspektionen der preufsischen Staatsbahnen in Erwägung gezogen, die Beförderung von lebendem Kleinvieh in Personenzug-Gepäckwagen überhaupt zu untersagen, sonst aber einer genauen Regelung dahin zu unterwerfen, dafs je nach dem auf den einzelnen Strecken vorhandenen Verkehre mit Kleinvieh für diese Strecken bestimmte Tage festgelegt werden, an denen nötigenfalls ein Zug in jeder Richtung zur Mitnahme von Kleinvieh, Geflügel und dergleichen zugelassen werden soll. Im übrigen aber würde dann keine Möglichkeit bestehen, Kleinvieh durch die Bahn zu versenden.

Bei dem umfangreichen Verkehre, der jetzt auf der Bahn mit Kleinvieh aller Art, besonders aber mit Geflügel herrscht, würden derartige Bestimmungen auf den ganzen Verkehr mit Kleinvieh, auf das Ausstellungswesen und damit auf die Kleintierzucht, bei der die Geflügelzucht wohl nicht an letzter Stelle steht, von einschneidender Bedeutung sein.

Elektrische Eisenbahnen.

Die Unterhaltung der Radsätze der Betriebsmittel der elektrischen Hochbahn in Boston.

(Street Railway Journal XXIII, Nr. 13.)

Die elektrische Stadtbahn in Boston hat sorgfältige Untersuchungen über die Ursache und Beseitigung des Fahrgeräusches auf ihren Hochbahnstrecken angestellt und gefunden, dafs zwar in hervorragendem Mafse die Auflagerung der Schienen auf dem eisernen Tragwerke dieses Geräusch verschuldet, dafs aber auch der Zustand der Wagenräder hierzu beiträgt. Die Schienen ruhen bei dieser Bahn auf hölzernen Querschwellen, welche ihrerseits unmittelbar auf den Fachwerkträgern der Fahrbahn gelagert sind. Die starke Beteiligung der Räder an der Erzeugung des lästigen Geräusches der Hochbahn folgerte man aus dem Umstande, dafs die Wagen mit neuen Rädern völlig ruhig laufen.*) Die Radreifen werden in den scharfen Gleiskrümmungen und durch die häufigen und starken Bremsungen, wie sie ein Stadtbahnbetrieb mit sich bringt, schnell angegriffen, sodafs häufiges Nacharbeiten der Laufflächen nötig wurde. Um sie genau rund zu erhalten, werden die Radsätze jetzt alle zwei Wochen auf die Schleifmaschine gebracht und am Radumfange um 1,6 mm im Durchmesser abgeschliffen. Nach drei Monaten kommt der Radsatz auf die Drehbank und wird auf den ursprünglichen Querschnitt des Laufkranzes abgedreht. Besondere Sorgfalt wird auf gleiche Durchmesser der Räder eines Achssatzes und Triebgestelles verwandt, während bei Lauf-Drehgestellen nur die Räder eines Achssatzes gleichen Durchmesser besitzen müssen.

Dieses häufige Nacharbeiten der Räder machte zwecks Zeitersparnis in den Werkstätten besondere Einrichtungen nötig. Es ist bekannt, dafs bei amerikanischen Bahnen in höherem Mafse als bei den Bahnen anderer Länder zur Verminderung der Betriebsausgaben Sondervorrichtungen aller Art in den Werkstätten für die verschiedenen Arbeiten hergestellt werden. Die Wagen der Hochbahn in Boston fahren nun in der Höhe ihrer Fahrbahn in das zweite Stockwerk der Werkstätten ein und werden mit dem auszubauenden Drehgestelle über einer Senkbühne im Fufsboden stillgesetzt. Darauf werden alle elektrischen und mechanischen Verbindungen des Drehgestelles mit dem Wagenkasten gelöst, der letztere selbst wird gegen den festen Fufsboden abgestützt und das Drehgestell sodann mittels der Senkbühne in das untere, als Werkstätte dienende Stockwerk hinabgelassen, dort ausgefahren und sofort in umgekehrter Reihenfolge wieder durch ein bereitgestelltes, fertiges Drehgestell ersetzt. Dieser ganze Vorgang dauert 5 Minuten. Die Wagenkasten werden also bei Nacharbeiten am empfindlichern Teile des Wagens, den Drehgestellen und Antrieben, in den Werkstätten nicht zurückgehalten und können im Betriebe voll ausgenutzt werden.

Die Bewegung der Wagen und Drehgestelle in den Werkstattsräumen erfolgt elektrisch. Vorschaltwiderstände werden zur Regelung der Verschiebegeschwindigkeit vorübergehend aufgebracht und mitgeführt.

*) Siehe auch Street Railway Journal 1901, August, S. 137.

Da jedoch die der Stromzuführung entsprechende dritte Schiene in den viel begangenen Räumen nicht möglich war, hat man die Stromzuführung mittels biegsamer Kabel bewirkt, die von kleinen, auf einem oberirdischen Leitungsdrahte rollenden Wägelchen herabhängen. Nach Herstellung der elektrischen Verbindung werden hölzerne Hülsen über die blanken Stromschlufsteile geschoben, sodafs Berührung der letzteren ausgeschlossen ist.

Die Aufbringung der Achssätze auf die Bänke erfolgt durch kleine Zubringerwagen und einen leichten Deckenkran.

C. Z.

Die Great Northern- und City-Röhrenbahn.

(Revue Générale des chemins de fer Mai 1904, S. 367. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 20 bis 23 auf Tafel XIII und Abb. 7 bis 9 auf Tafel XXXI.

Die genannte Bahn, die demnächst eröffnet wird, ist die vierte elektrisch betriebene Untergrundbahn der Stadt. Sie gehört zu den Röhrenbahnen, deren Bauart mittels Schildvortriebes von Greathead zum erstenmale bei der 1890 eröffneten »City and South London-Bahn«*) angewandt ist. Diese Bahn, die damals vom Südufer der Themse bis Stockwell ging, ist jetzt auf 11,4 km Länge von der Altstadt bis nach Clapham ausgebaut. Die zweite Bahn dieser Art war die 2,5 km lange »Waterloo and City-Bahn«**) und die dritte die 1900 eröffnete 10 km lange »Central-London-Bahn«***).

Die jetzt zur Vollendung kommende Great Northern und City-Bahn bezweckt, den grofsen Strom von Reisenden, den die Great Northern Bahn an dem Endpunkte ihrer Linien in King's Cross absetzt, bis mitten in das Herz der Altstadt zu lenken. Diese neue Bahn ist gegenwärtig auf 5,25 km Länge vollendet, während noch 400 m in der Altstadt im Bau begriffen sind. Sie folgt auf 1600 m Länge der City and South London, doch kann ein Übergang von der einen auf die andere Strecke nur in der Old Street und in Moorgate Street Station stattfinden.

Der beim Beginne des Baues leitende Grundgedanke war, die Bahn in der Weise durchzuführen, dafs die Fernzüge der Great Northern-Bahn durch vorgehängte elektrische Lokomotiven auf dieser Untergrundbahn weiter befördert werden sollten. Wegen der gröfseren Querabmessungen der Fernwagen hat man dem Tunnel der neuen Bahn gröfsern Durchmesser gegeben, als bei den vorbezeichneten Stadtbahnen üblich war, und zwar 4,88 m, während der der City and South London-Bahn 3,2 m, der der Central London-Bahn 3,5 m und der der Waterloo and City-Bahn 3,68 m beträgt. Man hat jedoch diesen Plan inzwischen aufgegeben und will diese Bahn als gewöhnliche Stadtbahn elektrisch betreiben, die nur in der Finsbury Park Station an die Great Northern-Bahn anschliefst (Abb. 7 bis 9, Taf. XXXI). Um nun die Finsbury Park-Station mit dem westlichen Teile

*) Organ 1887, S. 240; 1892, S. 246; 1893, S. 165; 1889, S. 225; 1896, S. 169.

**) Organ 1896, S. 169; 1897, S. 87; 1899, S. 206.

***) Organ 1896, S. 169; 1897, S. 87.



der Altstadt, mit der Great Northern und Strand-Bahn, zu verbinden, hat das »Yerkes Syndicate« mit der Ausführung einer neuen Untergrundlinie derselben Art von 3,56 m Tunneldurchmesser, der sogenannten »Great Northern Piccadilly and Brompton-Bahn«, begonnen. Den Anschlufs beider Linien und den Übergang von einer zur andern zeigt Abb. 7, Taf. XXXI.

Die Baukosten der »Great Northern und City-Bahn« belaufen sich wegen der grofsen Abmessungen auf 8 000 000 M./km; doch glaubt man, dafs die Bahn trotzdem wirtschaftlich günstig arbeiten wird.

An Haltestellen sind an der jetzt vollendeten Strecke fünf vorgesehen: Drayton Park, Highbury, Essex Road, Old Street und Moorgate Station, deren Abstand von 0,4 bis 2 km schwankt.

Das Gleis besteht aus 38,5 kg/m schweren, auf Langschwellen und stählernen Schienenstühlen verlegten Stahlschienen, zwischen denen längs des ganzen Tunnels ein Weg aus Beton läuft. Alle unterirdischen Bauten sind feuersicher ausgeführt. Die elektrische Kraft wird den Triebwagen durch zwei stromdicht verlegte Schienenstränge zugeführt, die neben jedem Gleise 5 cm über den Fahrschienen liegen. Diese Leitungschienen wiegen 40 kg/m bei 12,8 m Länge und sind aus Stahl mit schwachem Kohlenstoffzusatze hergestellt. Die Einzelheiten der Verlegung und der Stromentnahme gibt Abb. 20 bis 23, Taf. XIII.

Die Stromerzeugungsanlage liegt 1600 m nördlich der Moorgate Station in der Nähe des Regent-Kanales, auf dem die Kohlen herbeigeschafft werden. Sie enthält 10 Kessel von Davery Paxman und Co. in Colchester. Die aus 23,5 mm starken Siemens-Martin-Stahlblechen verfertigten Kessel von 4,4 m Länge und 3 m Durchmesser haben 3,72 qm Rostfläche und 175,77 qm Heizfläche, die ihnen 5000 kg Wasser stündlich zu verdampfen gestattet. Das Kesselhaus ist mit einer selbsttätigen Kohlenförderungsanlage versehen, die die Kohlen aus den Flufskähnen in die Lager des Kesselhauses schafft.

Die 14 poligen Stromerzeuger vermögen vollbelastet 575 Volt Spannung zu geben.

Die 15,4 m langen Personenwagen haben einen Laufgang und Quersitze für 54 Reisende in den Triebwagen und für 56 Fahrgäste in den Anhängewagen.

Der Abstand der Drehgestelle der Bauart Macguire beträgt 10,5 m, ihr Achsstand 1,85 m bei 0,90 m Triebraddurchmesser. Schiebetüren mit Glasfenster sind an den Enden und in der Wagenmitte vorgesehen. Das Wageninnere ist reich ausgestattet und wird durch 15 Glühlampen erleuchtet, die im Notfalle durch Öllampen ersetzt werden können.

Die Züge bestehen zur Zeit des Hauptverkehres aus drei Trieb- und vier Anhänge-Wagen und fahren in drei Minuten Abstand. Zur Zeit des schwächern Verkehres folgen die dann nur vier Wagen langen Züge alle drei bis fünf Minuten.

Um mit der Linie der North London in erfolgreichen Wettbewerb treten zu können, ist die Fahrzeit auf das geringste Mafs beschränkt. Die 5,2 km lange Strecke von Finsbury Park bis Moorgate Station wird einschliefslich der Aufenthalte in 13 Minuten durchfahren, während die Hin- und Rückfahrt einschliefslich Aufenthalt des Zuges an der andern Endstation 30 Minuten erfordert. R—l.

Technische Litteratur.

Die Museen als Volksbildungsstätten. Ergebnisse der 12. Konferenz der Zentralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen. Berlin; C. Heymann, 1904.

Regelmäfsige Führungen von Arbeitergruppen durch Museen für Kunst, Wissenschaft und Technik haben sich als ein äufsert erfolgreiches Bildungsmittel für Arbeiter erwiesen. In dem genannten Werke werden die seitens der Zentralstelle in Preufsen in dieser Beziehung bislang getroffenen Veranstaltungen eingehend erörtert.

Osservazioni e dati sul rendimento delle locomotive nell' ordinario esercizio. Von Ingenieur Luigi Greppi. Estratto dall' Ingegneria Ferroviaria, Bolletins del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani. Florenz, G. Civelli, 1904.

Das kleine Heft enthält Erfahrungsergebnisse der Lokomotiven italienischer Bahnen. Es ist lehrreich, diese sowie die Grundlagen ihrer Beurteilung mit den unseren zu vergleichen.

Das Lokalbahnwesen in Österreich. Von Karl Pascher, k. k. Ministerialrat. Schriften über Verkehrswesen. Herausgegeben vom Klub österreichischer Eisenbahn-Beamten. I. Reihe, Heft 5. Wien, A. Hölder, 1904. Preis 1,2 Kr.

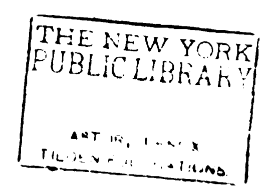
Das Heft enthält die eigenen Erfahrungen des auf dem Gebiete des Lokalbahnwesens tätigen Verfassers, der mit der Niederschrift Klärung des die Kleinbahnen betreffenden Urteiles seiner Fachgenossen bezweckt.

Katechismus für den Weichensteller-Dienst. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Weichensteller, Hülfsweichensteller und Eisenbahnvorarbeiter, bezw. Rottenführer von E. Schubert, Königlich Preufsischem Eisenbahn-Direktor in Berlin, Verfasser der Katechismen für den Bahnwärter-, Bremser- und Schrankendienst. 12. nach den neuesten Vorschriften ergänzte Auflage. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1904. Preis 1,4 M.

Das handliche Werk hat seinem Zwecke in bester Weise entsprochen, wie das Erscheinen so zahlreicher Auflagen in schneller Folge beweist; wir benutzen deshalb das Erscheinen dieser neuen Auflage als Gelegenheit, um das für die Ausbildung und Prüfung der Weichensteller und der im Streckendienste Angestellten überaus nützliche und dabei billige Buch zu empfehlen.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.





ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Inhalt des fünften Heftes, Mai 1905.

Original-Aufsätze.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Bahn-Oberbau.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Maschinen- und Wagenwesen.

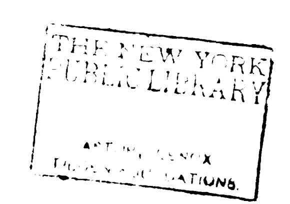
Signalwesen.

Betrieb.

Elektrische Eisenbahnen.

Technische Litteratur.

Wiesbaden.
C. W. Kreidel's Verlag.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band. Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. Alle Rechte vorbehalten. **5. Heft. 1905.**

Die neuen österreichischen Vorschriften für den Bau und die Unterhaltung der eisernen Brücken.

Von **Dircksen,** Regierungs-Baumeister zu Berlin.

Da die Gewichte der Betriebsmittel der Eisenbahnen in den letzten 15 Jahren eine unvorhergesehene Steigerung erfahren haben, so genügen die Belastungsannahmen der meist um 1890 entstandenen Brückenvorschriften *) nicht mehr, zumal mit Rücksicht auf die erstrebte höhere Geschwindigkeit und die Zunahme der Fördermenge auf einen Stillstand in dieser Entwickelung nicht gerechnet werden kann. In den letzten Jahren **) haben daher die meisten Eisenbahnverwaltungen Deutschlands ihre Vorschriften entsprechend umgearbeitet, und am 28. August 1904 ist auch eine neue Vorschrift für die von den Eisenbahnverwaltungen Österreichs zu erbauenden Eisenbahn und Strafsenbrücken erlassen worden. Da diese Vorschrift manches beachtenswerte bietet, so soll sie nachstehend in ihren Hauptpunkten mitgeteilt werden.

I. Bauentwurf.

Verkehrslast der Eisenbahnbrücken.

Abweichend von den früheren Vorschriften vom 15. September 1887, die eine gleichmäfsig verteilte Belastung angaben, sind in den neuen Vorschriften nunmehr, wie in allen übrigen bekannten Brückenvorschriften, Züge von Einzellasten vorgeschrieben, und zwar unterschieden nach Hauptbahnen, Nebenbahnen und Schmalspurbahnen von 0,76 m Spur.

A. Hauptbahnen.

Zwei Lokomotiven mit einseitig angehängtem Wagenzuge sind einzuführen. Falls bei der Berechnung weniger als fünf Lokomotivachsen in Frage kommen, so ist das Gewicht der ungünstigsten Achse auf 20 t zu erhöhen.

Abb. 1. *Lokomotive.*

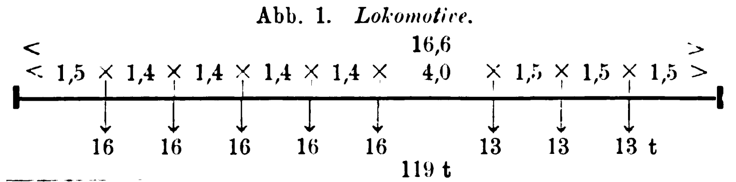
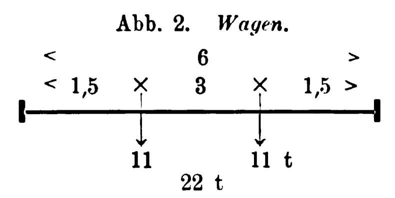


Abb. 2. *Wagen.*

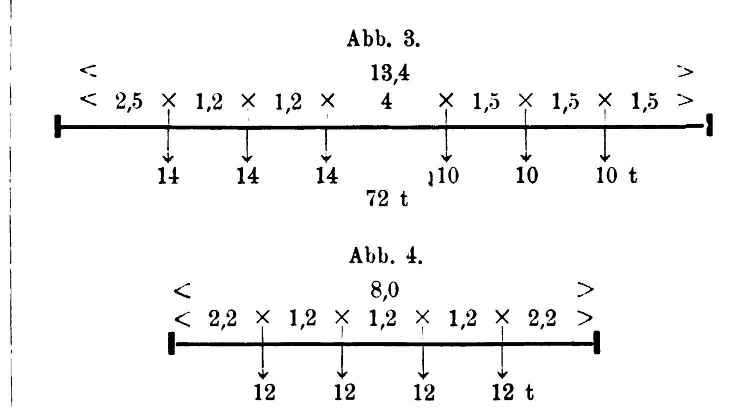


B. Nebenbahnen.

Einzuführen sind zwei der nachstehend angegebenen Lokomotiven, je nachdem welche ungünstiger wirken, und einseitig angehängte Wagen, wie bei den Hauptbahnen. Falls bei der Berechnung weniger als drei Lokomotivachsen in Frage kommen, so ist das Gewicht der einen Achse auf 16 t zu erhöhen.

Abb. 3.

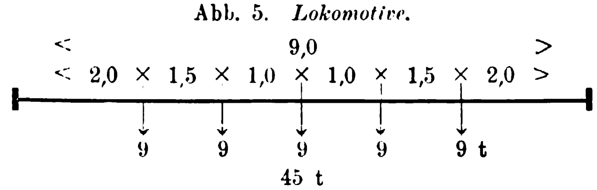
Abb. 4.



C. Schmalspurbahnen von 0,76 m Spurweite.

Zwei Tenderlokomotiven und einseitig angehängte Wagen nach Textabb. 6 sind einzuführen oder, falls Regelspurwagen auf Rollschemel übergehen, Wagen nach Textabb. 7.

Abb. 5. *Lokomotive.*



*) Österreich 1887, Rufsland 1888, Frankreich 1891, Schweiz 1892, Württemberg 1893, Baden 1893, Bayern 1894, Sachsen und Preufsen 1895, Reichseisenbahnen 1897.

**) Bayern 1900, Reichseisenbahnen 1902, Preufsen und Baden 1903, Württemberg 1904.



Abb. 6. *Wagen.*

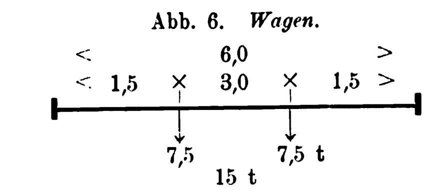
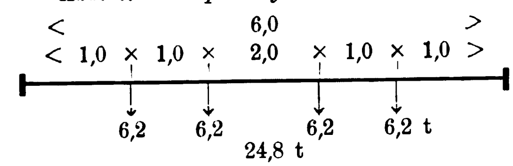
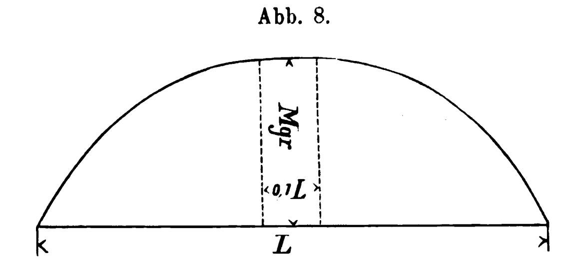


Abb. 7. *Vollspurwagen auf Rollschemel.*



Zur Erleichterung der Berechnung sind für die verschiedenen Lastenzüge die gröfsten Biegungsmomente und die Stützpunktmomente für einen Balken auf zwei Stützen bis zu 160 m Länge angegeben. Die Momentenfläche ist nach Textabb. 8 aus zwei Parabelstücken mit einer Wagerechten von

Abb. 8.



0,1 L zu bilden. Die gröfsten Momente und Querkräfte für die Brücken der Hauptbahnen weichen nicht sehr erheblich von denen der preufsischen Berechnungsvorschriften ab. Bei unmittelbarer Lagerung der Schienen auf den Trägern sind die Belastungen um 10 % zu erhöhen. Die Seitenstöfse der Lokomotivachsen sind zu 5 % der Achsdrücke anzunehmen. Bei Brücken in Stationen und in steiler als 1 : 100 geneigten Strecken ist die Wirkung der Bremskräfte mit 10 % des Zuggewichtes in Rechnung zu stellen.

Bei Brücken in Bogen ist die Fliehkraft zu berücksichtigen, bei deren Bestimmung die Geschwindigkeit vom Halbmesser abhängig ist.

Verkehrslast für Strafsenbrücken.

Mit Rücksicht darauf, dafs der Verkehr auf den Strafsen ein sehr verschiedener ist, sind drei Klassen gebildet.

A. Brücken der Klasse I.

Abb. 9. *Wagen.*

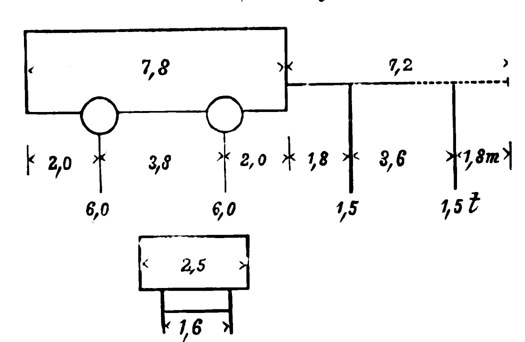
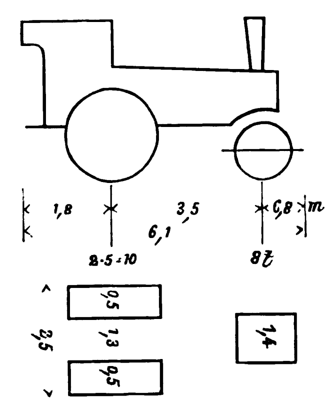


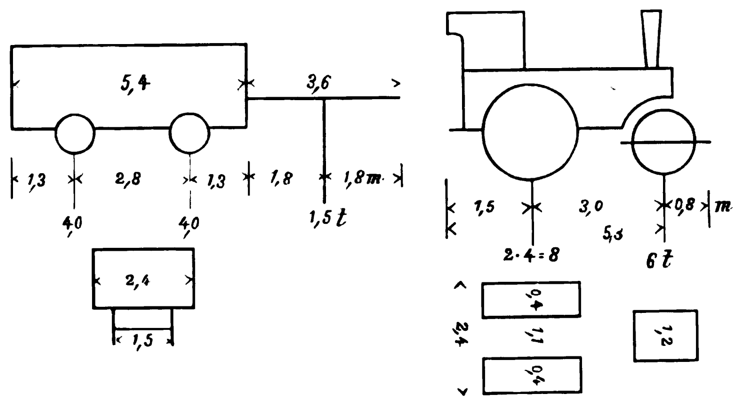
Abb. 10. *Dampfwalze.*



Menschengedränge 460 kg/qm.

B. Brücken der Klasse II.

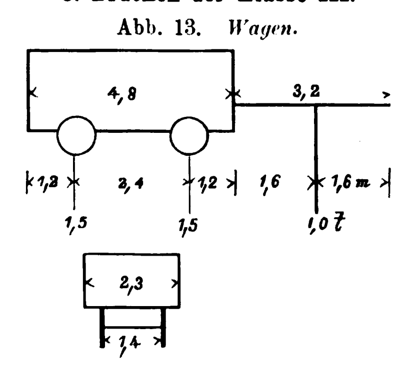
Abb. 11. *Wagen.* Abb. 12. *Dampfwalze.*



Menschengedränge 400 kg/qm.

C. Brücken der Klasse III.

Abb. 13. *Wagen.*



Menschengedränge 340 kg/qm.

Die Berechnung der gröfsten, aus der Verkehrslast herrührenden Kräfte erfolgt unter Annahme einer Dampfwalze, einer möglichst starken Wagenansammlung auf der Fahrbahn und Menschengedränge auf den übrigen Teilen der Fahrbahn und den Gehwegen oder unter Annahme von Menschengedränge auf Gehwegen und Fahrbahn; die ungünstigere Belastungsart ist zu wählen. Die Wirkung des Windes ist für Strafsen- und Eisenbahnbrücken unter Annahme eines wagerechten Seitendruckes von 270 kg/qm für die unbelastete und von 170 kg/qm für die belastete Brücke zu ermitteln. Dabei ist für den Eisenbahnzug eine Windangriffsfläche von 3 m Höhe, 0,5 m über Schienenoberkante beginnend anzunehmen, für die Verkehrslast der Strafsenbrücken eine Angriffsfläche von 2 m Höhe. Bei der Berechnung des Winddruckes auf das Tragwerk ist die Ansichtsfläche des zweiten Trägers, soweit er nicht schon durch die Verkehrslast verdeckt wird, nach folgender Angabe zu verringern.

Zusammenstellung I.

Verhältnis der offenen Maschenfläche des Trägers zur Umrifsfläche.	Anteil der Ansichtsfläche des zweiten Trägers
0,4	0,2
0,6	0,4
0,8	1,0

Bei der Berechnung der Standsicherheit der Überbauten ist die Belastung durch die Verkehrslast zu 1,5 t/m für Regelspurbahnen, 1 t/m für Schmalspurbahnen und 0,2 t/m für Strafsen anzunehmen.

Zulässige Spannungen.

1. Eisen und Stahl.

A. Eisenbahnbrücken.

a) Ohne Berücksichtigung der Spannkräfte aus Seitenschwankungen, Bremskräften und Wind

	Schweifseisen kg/qcm	Flufseisen kg/qcm
1. Spannung auf Zug oder Druck		
bei Stützweiten L von 0 bis 10 m	(700 + 2 L)	(750 + 5 L)
" " " " 10 " 20 "	(700 + 2 L)	(760 + 4 L)
" " " " 20 " 40 "	(700 + 2 L)	(800 + 2 L)
" " " " 40 " 80 "	(720 + 1,5 L)	(840 + 1 L)
" " " " 80 " 120 "	(760 + 1 L)	(840 + 1 L)
" " " " 120 und darüber	(820 + 0,5 L)	(840 + 1 L)
Höchste zulässige Spannung	900	1000
2. Scherspannung	500	600
3. Beanspruchung der Niete		
α) Scherspannung, in nur einer Richtung	600	700
α) Scherspannung, in mehreren Richtungen	500	600
β) Lochleibungsdruck	1400	1600

b) Mit Berücksichtigung aller Kräfte

	Schweifseisen kg/qcm	Flufseisen kg/qcm
1. Spannung auf Zug oder Druck	1000	1200
2. Scherspannung	600	700
3. Spannung der Niete, α) auf Abscheren	700	800
3. Spannung der Niete, β) auf Lochleibungsdruck	1600	1800

Roheisengufs: Druck	700 kg/qcm
Roheisengufs: Zug	200 "
Roheisengufs: Biegung	250 "
Flufsstahlgufs	1000 "

B. Strafsenbrücken.

a) Ohne Berücksichtigung des Windes

	Schweifseisen kg/qcm	Flufseisen kg/qcm
1. Spannung auf Zug oder Druck	(750 + 2 L)	(800 + 3 L)
Höchste zulässige Spannung	900	1050
2. Scherspannung	500	600
3. Nietespannungen		
α) Auf Abscheren, in einer Richtung	600	700
α) Auf Abscheren, in mehreren Richtungen	500	600
β) Auf Lochleibung	1400	1600

b) Mit Berücksichtigung des Windes

	Schweifseisen kg/qcm	Flufseisen kg/qcm
1. Spannung auf Zug und Druck	1000	1200
2. Scherspannung	600	700
3. Nietspannung, α) auf Abscheren	700	800
3. Nietspannung, β) auf Lochleibung	1600	1800

Roheisengufs: Druck	700 kg/qcm
Roheisengufs: Zug	200 "
Roheisengufs: Biegung	250 "
Flufsstahlgufs	1000 "

Die Berücksichtigung der Nebenspannungen aus den festen Anschlüssen, Knotenpunktsverbindungen und dergleichen ist im allgemeinen nicht erforderlich. Für die gedrückten Stäbe wird eine ausreichende Sicherheit gegen Knicken verlangt, ohne dafs jedoch eine bestimmte Berechnungsart vorgeschrieben wird.

2. Holz.

a) ohne Berücksichtigung des Winddruckes

1. Zug- und Druck-Spannung	80 kg/qcm
2. Scherspannung, entlang den Fasern	10 "
2. Scherspannung, quer zu den Fasern	20 "

b) Mit Berücksichtigung des Winddruckes

1. Zug- und Druck-Spannung	90 "
2. Scherspannung, entlang den Fasern	15 "
2. Scherspannung, quer zu den Fasern	30 "

Bei Bauten kurzen Bestandes kann die ohne Berücksichtigung des Winddruckes berechnete Spannung bis auf 120 kg/qcm steigen.

3. Mauerwerk.

Quadermauerwerk	30 kg/qcm
Auflagerquader	50 "
Schichtenmauerwerk	15 "
Bruchsteinmauerwerk	10 "
Klinkermauerwerk	20 "
Ziegelmauerwerk	12 "
Beton: Mischungsverhältnis 1 : 3	18 "
" " 1 : 5	12 "
" " 1 : 8	8 "
" " 1 : 10	6 "

4. Baugrund.

Weicher Ton, feuchter Sand	1 kg/qcm
Lehm, mittelfester Ton, mäfsig feuchter Sand	2 "
Tegel, fester Ton, trockner, wenig tonhaltiger Sand	4 "
Festgelagerter grober Sand, Kies und Schotter	6 "

Räumliche Anordnung der Tragwerke.

Bei Eisenbahnbrücken ist aufser der Umgrenzung des lichten Raumes für durchlaufende Kanten bis 2 m über S. O. ein Spielraum von 0,15 m zu wahren, auf Stationen ist dieses Mafs auf 0,85 m und bis 400 m von der äufsersten Weichenspitze einer Station auf 0,35 m zu erhöhen.

Alle Brücken, mit Ausnahme der kleinen Brücken unter 20 m Stützweite oder mit einer geringern freien Höhe als 3 m auf der freien Strecke müssen 1,1 m hohe Geländer erhalten. Die Bauwerksunterkante soll mindestens 1 m über dem höchsten Wasserstande des unterführten Wasserlaufes liegen. Bei Brücken von mehr als 20 m Stützweite sind innere, 16 cm von der Fahrschiene entfernte Sicherheitsschwellen vorzusehen, die an der Einfahrtseite 10 m über das Widerlager zu verlängern und zusammenzuziehen sind.

Die Bedingungen für die Bauausführung und die Prüfung der Baustoffe haben sich gegen die früher gültigen Bedingungen*) nur wenig geändert. Während früher nur Martinflufseisen zugelassen wurde, ist jetzt allgemein die Verwendung von basischem Flufseisen gestattet. Da sich die Festigkeitsbedingungen etwas geändert haben, sollen sie nachstehend angegeben werden.

A. Schweifseisen.

	Zugfestigkeit kg/qcm	Dehnung %
1. In der Walzrichtung . .	3300 bis 3600	20 bis 12
2. Quer zur Walzrichtung .	3000	5
3. Nieteisen	3600	18

B. Flufseisen.

Die Zugfestigkeit mufs mindestens 3600 kg/qcm betragen, sie darf bei dem im Flammofen erzeugten Eisen 4500, bei Flufseisen anderer Erzeugungsart 4200 kg/qcm nicht überschreiten. Die Dehnung in % vervielfacht mit der Zugfestigkeit in kg/qmm mufs bei Zerreifsversuchen in der Walzenrichtung mindestens 1000, rechtwinkelig zur Walzenrichtung mindestens 900 betragen, bei Nieteisen nicht unter 1100 und die Zerreifsfestigkeit mufs 3500 bis 4000 kg/qcm erreichen.

Für jedes Bauwerk ist ein Brückenbuch**) ähnlich dem für die preufsischen Staatsbahnen vorgeschriebenen anzulegen. Die bei der Abnahme vorzunehmenden Belastungsproben mit der gröfsten in Betracht kommenden Verkehrslast sind bei den Hauptprüfungen in sechsjährigen Zwischenräumen zu wiederholen.

Die Vorschriften enthalten schliefslich noch Bestimmungen über die an die Tragfähigkeit der vorhandenen Brücken zu stellenden Anforderungen. Falls nicht der Nachweis geliefert werden kann, dafs die der Berechnung zu Grunde gelegte Belastung das Bauwerk ungünstiger beansprucht, als die verkehrenden Betriebsmittel, ist eine neue Berechnung für die gröfste in Betracht kommende Verkehrslast durchzuführen. Bei Eisenbahnbrücken ist dabei ein Lastenzug aus zwei der am ungünstigsten wirkenden Lokomotiven mit einseitig angehängten Wagen von 3,1 t/m Gewicht anzunehmen.

Dabei dürfen die nachstehenden Spannungen nicht überschritten werden.

a) Ohne Berücksichtigung der Spannkräfte aus Wind, Seitenschwankungen und Bremskraft:

	Schweifs- oder Flufseisen kg/qcm
1. Zug- oder Druck-Spannung Stützweite $L < 30$ m .	950
„ $L > 30$ m .	$920 + L^m$
2. Scherspannung	700
3. Nietspannungen	
α) Abscheren in einer Richtung	800
α) Abscheren in mehreren Richtungen	750
β) Lochleibung	1750
b) Mit Berücksichtigung aller Kräfte:	
1. Zug- oder Druck-Spannung	1250
2. Scherspannung	800
3. Nietspannungen Abscheren	850
3. Nietspannungen Lochleibung	2000
Roheisengufs Druck	750
Roheisengufs Zug	250
Roheisengufs Biegung	300
Flufsstahlgufs	1200

Bei Überschreitung dieser Spannungen sind die Tragwerke, falls die Beschaffenheit des Eisens der bestehenden Brücke bei den Proben befriedigend gefunden ist, zu verstärken, wobei im allgemeinen die für neue Brücken vorgeschriebene Tragfähigkeit zu erstreben ist.

Die sehr eingehend und sorgfältig durchgearbeiteten Vorschriften entsprechen in den meisten Punkten den auch von den deutschen Verwaltungen gestellten Anforderungen. Die zugelassenen Spannungen zeigen nur geringe Abweichungen gegenüber den der preufsischen Vorschriften; abweichend von den meisten übrigen Verwaltungen, die die Launhardt-Weyrauch sche Formel in mehr oder weniger abgeänderter Form beibehalten haben, ist die Höhe der Beanspruchung nur von der Stützweite, also vom Verhältnisse der bewegten Last zur ruhenden Last abhängig gemacht. Zu bedauern ist, dafs, nachdem die früher gewählte Form des Belastungsgleichwertes aufgegeben und ein Zug von Einzellasten vorgeschrieben ist, der sich dem preufsischen Lastenzuge sehr nähert, nicht dieser selbst übernommen ist. Der letztere ist bereits von Sachsen, Baden und Württemberg angenommen und da man hoffen kann, dafs nach der Aufnahme des Lastenzuges in die Bau- und Betriebsordnung, die übrigen deutschen Verwaltungen diesem Beispiele folgen werden, so wäre mit der Annahme dieses Lastenzuges durch Österreich ein grofser Schritt zur Erzielung gleicher Belastungsgrundlagen*) der eisernen Brücken im Gebiete des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen getan worden.

*) Organ 1893, S. 144.

**) Die Anlage solcher Brückenbücher war bereits in der österreichischen Brückenverordnung vom Jahre 1887 vorgeschrieben.

*) Die Tragfähigkeit der nach den österreichischen Vorschriften erbauten eisernen Tragwerke ist annähernd dieselbe, wie die nach den preufsischen Vorschriften erbauten.

Die Wasserabgabe an Schnellzug-Lokomotiven.

Von **F. Zimmermann,** Maschineninspektor zu Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXVII.

(Schlufs von Seite 99.)

Aus der Berechnung erkennt man, dafs die Anlage einer Schöpfrinne gegenüber dem Verfahren des Mitführens grofser Tender eine wesentliche Ersparnis einbringen wird, auch geht daraus hervor, warum die Schöpfrinne auf Linien, die von vielen durchlaufenden Schnellzügen befahren werden, eingeführt sind; man erkennt ferner, wie hoch die Anlagekosten für die Schöpfrinneneinrichtung sein dürften, wenn ihre Betriebs- und Unterhaltungskosten die anderer Verfahren nicht überschreiten sollen.

Der Tender kann wegen des Laufens in Schnellzügen



nicht leichter gehalten werden als im Falle b 2), weil er mit Drehgestellen versehen sein mufs. Auf eine Strecke von 250 bis 300 km reicht bei Mitnahme des Tenders Fall b 2) eine etwa in der Mitte der Strecke liegende Schöpfrinne aus.

Die Wartekosten für die Schöpfrinne können aufser Berechnung bleiben, da der Wärter des Pumpwerkes auch die Bedienung der Schöpfrinne, also ihre Reinigung, das Entfernen von Eiskrusten, die Beseitigung der Eisflächen, welche durch das verspritzte Wasser neben der Rinne entstehen, übernehmen kann.

Die Berechnung bezieht sich auf den günstigsten Fall der Anlage einer Schöpfrinne unmittelbar vor einer Station, deren Pumpwerk an dem Ende liegt, wo die Schöpfrinne angebracht werden kann.

Die in obige Rechnung eingesetzten Zahlen können nur als Näherungswerte betrachtet werden, da die Kosten der Kohlen für verschiedene Gegenden verschieden sind.

In den Fällen, in denen ein Schnellzug wegen anderer Verhältnisse etwa in der Mitte der ganzen Fahrt doch halten mufs, kann man die Anlage einer Schöpfrinne unterlassen. Hier genügt ein Tender auf zwei Drehgestellen von der Gröfse wie im Falle b 2).

Es mufs nun aber dafür gesorgt werden, dafs der Wasserbedarf von 11 cbm während der Aufenthaltszeit von 2 bis 2,5 Min. ergänzt werden kann. An der Stelle, wo die Lokomotive halten mufs, soll der Wasserkran stehen, der sofort nach dem Halten beigedreht und geöffnet wird.

Das Anfahren an den Wasserkranen soll ohne Rückstofs auf den Zug rasch stattfinden können. Zu diesem Zwecke sind die Tender-Füllöffnungen, die bei den badischen Lokomotiven in der Mitte der Tenderbreite liegen, quer zum Gleise 1,1 m lang gemacht worden,*) sodafs eine Anfahrlänge von 3,5 m erreicht wird. Innerhalb dieser Anfahrlänge mufs die Lokomotive am Krane zum Halten kommen, was einem einigermafsen geübten Lokomotivführer keine Schwierigkeiten bereitet.

Je weiter die Füllöffnungen bei gleicher Länge vom Krane abstehen, umso gröfser wird die Anfahrlänge. Diese würde also am gröfsten, wenn sich der Wassereinlauf am entgegengesetzten Ende der Tenderbreite befände, vorausgesetzt, dafs der Kranausleger lang genug ist.

Die Menge des aus dem Wasserkrane auslaufenden Wassers läfst sich vergröfsern:

a) durch Anlage von Rohrleitungen und Wasserkranen mit grofser Lichtweite;

b) bei Belassung einer vorhandenen Rohrleitung durch Aufstellung der Wasserbehälter in der Nähe der Wasserkrane oder durch Höhersetzen der Wasserbehälter;

c) durch Aufstellung von Gegen-Wasserbehältern neben den Wasserkranen.

*) Organ 1898, S. 119.

Die Wasserbehälter oder Wassertürme werden in den meisten Fällen neben das Pumpwerk gesetzt, manchmal werden Behälter noch an den Enden der Stationen aufgestellt.

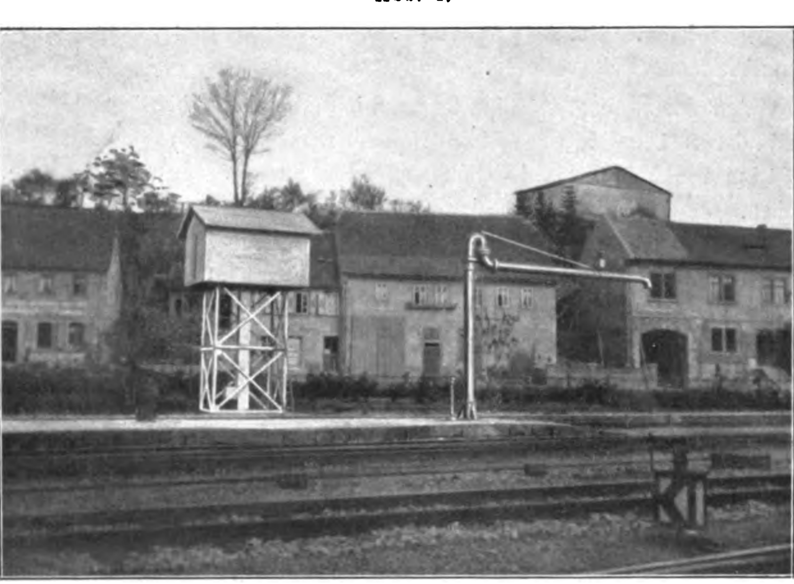
Bei den Wasserkranen, welche für die Schnellzüge in Betracht kommen, lassen sich aber gröfsere Behälter nicht immer nach Wunsch aufstellen. Auch läfst sich das Höhersetzen der Behälter oft nur mit grofsem Kostenaufwande durchführen.

Dagegen können kleinere Behälter von 10 bis 15 cbm in vielen Fällen neben dem Wasserkrane oder in dessen Nähe aufgestellt werden. Oft werden Kranbehälter verwendet, an denen die Kran-Auslaufrohre unmittelbar angebracht sind. Die Widerstände für den Wasserdurchlauf sind hier klein. Indessen erhält das Auslaufrohr nur von einer Seite her Wasser. Wegen der Zusammenziehung des Wasserlaufes am Eintritt aus dem Behälter in das Ausgufsrohr erhält man an dessen Mündung keinen vollen Auslauf. Ein besseres Ergebnis wird erzielt, wenn man einem Wasserkrane von zwei Seiten her Wasser zuführt und zwar von der Stationswasserleitung und von einem neben dem Wasserkrane aufgestellten Gegenwasserbehälter.

Die badische Staatseisenbahn hat zwei lange Schnellzugstrecken, auf denen schwere Züge von nur einer Lokomotive geführt werden: Mannheim bis Würzburg und Mannheim oder Heidelberg bis Basel. Auf beiden Linien halten die Züge indessen aus Verkehrsrücksichten einigemale. Auf der erstern, 179 km langen Linie wird, 101 km von Mannheim, in Osterburken chemisch gereinigtes Wasser genommen.

Jeder der beiden 200 mm weiten Wasserkrane für beide Fahrrichtungen erhielt 8 bis 15 m entfernt einen 12 cbm

Abb. 1.



haltenden, 1,5 m hohen, oben offenen Behälter auf 4,83 m hohem Eisengerüste. Das Wasser läuft den Wasserkranen von einem 200 m und 300 m entfernten Wasserturm von 5,3 m Gerüsthöhe und 3,8 m Behälterhöhe bei einem höchsten Wasserstande von 9 m über Schienenoberkante und gleichzeitig von dem Gegenbehälter durch eine 150 mm weite Rohrleitung zu.

Da die Gegenbehälter auch bei ihrem höchsten Wasserstande von 6,2 m über S. O. und bei gefülltem Wasserturme

überlaufen würden, sind die Zuleitungen zu den Gegenbehältern mit Abschlufsventilen versehen, die sich bei der Wasserentnahme an den Wasserkranen sofort öffnen. An den Gegenbehältern sind Wasserstandszeiger, aus deren Gang man sieht, dafs bei einer Wasserabgabe von 7 cbm etwa 4 cbm aus dem Gegenbehälter und 3 cbm aus der Leitung zum Krane fliefsen.

Beim Abschliefsen der Wasserkrane tritt die dahin nachdrängende Wassermasse in den Gegenbehälter, wodurch sich dieser verhältnismäfsig rasch füllt und der bei raschem Abschlusse sonst entstehende Wasserschlag verhütet wird.

Ursprünglich waren 150 ^{mm} weite Wasserkrane vorhanden, aus welchen 1,3 cbm/Minute ausliefen. Nach Aufstellung der Gegenbehälter erreichte man eine Auslaufmenge von 2,5 bis 2,8 cbm/Min. und nach Ersatz der 150 ^{mm} weiten Wasserkrane durch 200 ^{mm} weite eine Ausflufsmenge von 3,5 bis 4 cbm/Min. Der Auslauf der Wasserkrane ist 3,2 ^{m} über S.O. und steht unter einem Wasserdrucke von $9 - 3,2 = 5,8$ ^{m}.

Der Wasserbedarf von 7 cbm in Osterburken kann also leicht in 2 Minuten gedeckt werden.

Die Wasserabgabe besorgen die Stationsarbeiter, da die Lokomotivführer und Heizer sich damit nicht befassen können, weil ersterer nach dem Triebwerke zu sehen hat, und letzterer die Ölbehälter der Kurbel- und Kuppelstangen nachfüllen mufs.

Die gewöhnlichen Wasserkrane haben den Nachteil, dafs sie von dem Tender aus nicht geöffnet und geschlossen werden können und der Arbeiter, der den Wasserkastendeckel auf dem Tender geöffnet hat, erst wieder absteigen mufs, um den Kranschieber aufzudrehen, sofern dies nicht ein zweiter Arbeiter besorgen kann. Durch das Auf- und Absteigen geht schon ziemlich lange Zeit verloren.

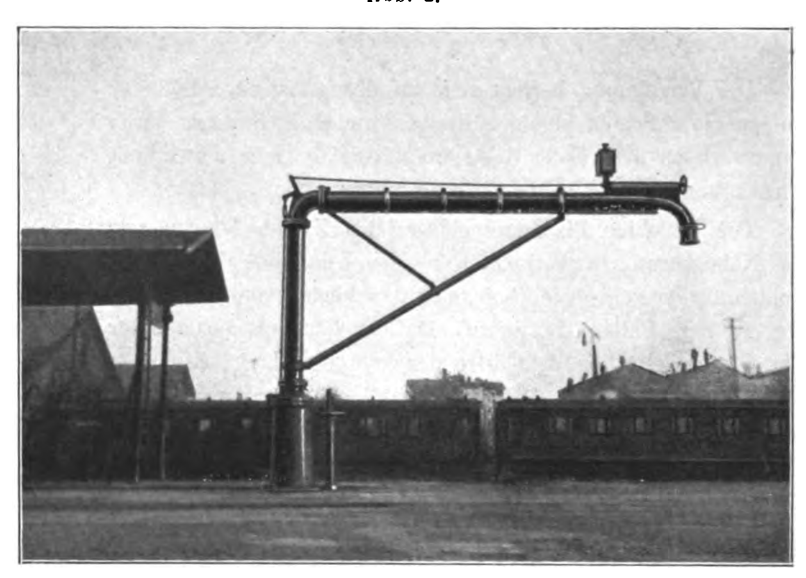
Auf der zweiten, 256 km langen Linie Mannheim bis Basel und der 251 km langen Linie Heidelberg bis Basel*) wird, 154 km von Mannheim, in Offenburg gutes Speisewasser abgegeben. Je nach der Zugbelastung und Witterung beträgt der Wasserverbrauch dis dahin 9 bis 12 cbm.

Um nun an den beiden Wasserkranen in Offenburg möglichst grofse Auslaufmenge zu erzielen, wurde an dem den Wasserkranen zunächst stehenden Wasserturm mit 7 ^{m} Gerüsthöhe und 3,8 ^{m} Behälterhöhe eine 250 ^{mm} weite Leitung angeschlossen, welche sich dann nach den zwei neuen, 200 ^{mm} weiten Wasserkranen amerikanischer Bauart in zwei 200 ^{mm} weite Leitungen gabelt.

Bei vollem Wasserturm, also einer Wasserdruckhöhe von $10,7 - 3,2 = 7,5$ ^{m} beträgt die Ausflufsmenge 4,5 bis 5 cbm in der Minute. Will man diese noch weiter erhöhen, so kann man auch hier Gegenbehälter mit Abschlufsventilen aufstellen. Da sich aber bis jetzt kein dringendes Bedürfnis hierfür gezeigt hat, hat man die Gegenbehälter oder grofse Windkessel vorerst weggelassen.

Die Wasserkrane in Offenburg können vom Tender aus geöffnet werden. Zuerst waren zum Aufziehen des Einlauf-(Selbstschlufs) ventiles des Wasserkranes am Auslegerende Hebel angebracht. Da keine Gegenbehälter vorhanden sind und der Windkessel zur Aufnahme der nachdrängenden Wassermasse zu klein ist, stellten sich beim Loslassen des Hebels, also beim plötzlichen Schliefsen des Kranes in der Leitung Wasserdrücke von 40 bis 50 at ein. Der Hebel wurde entfernt und in die Ventilzugstange eine steilgängige Schraube mit Handrad eingeschaltet,

Abb. 2.



sodafs das Schliefsen des Kranes nun langsamer stattfindet, damit allerdings auch das Öffnen.

Der Wasserkran hat ein Glockenventil, das sowohl vom Boden aus in der üblichen Weise mittels Stange und Handrad, als auch vom Tender aus geöffnet werden kann. Der Widerstand beim Durchlaufe des Wassers durch diesen Wasserkran ist, abgesehen von den unvermeidlichen Umlenkwiderständen, nur noch durch eine teilweise Querschnitts- und Richtungsänderung beim Durchgange durch das Glockenventil veranlafst.

Bei diesem Wasserkrane kann ein Arbeiter die Wasserabgabe besorgen. Beim Einfahren des Zuges dreht er den Ausleger bei, öffnet auf dem Tender den Wasserkastendeckel und alsdann den Kran, schliefst diesen von oben und stöfst den Ausleger zurück, worauf der Zug weiterfahren kann. Das Feststellen des Kranes besorgt der Arbeiter während der Ausfahrt des Zuges. Die Wasserabgabe dauert 2,5 Minuten. Zur Erleichterung des Besteigens der Tender sind an dessen Rückwand eiserne Steigleitern angebracht.

Da bei den Zügen nach Basel der Aufenthalt in Offenburg für das Umsteigen der Reisenden nach der Schwarzwaldbahn im Fahrplane vorgesehen ist, die Aufenthaltszeit also nicht durch erhöhte Fahrgeschwindigkeit eingebracht werden mufs, so wird der im Falle b 2) angegebene Zuschlag von 0,2 t Kohlen nicht gebraucht. Die Anlage einer Schöpfrinne ist in diesem Falle unnötig, da man sonst nur den Zinsbetrag von 1400 M. auszugeben hätte.

Da die meisten Schnellzüge noch in Oos und Freiburg halten und die Wasserkrane daselbst günstig stehen, so benutzen die Lokomotivführer die Aufenthaltszeit, um etwas Wasser zu

*) Organ 1904, S. 1.

nehmen, sodafs sie nicht den vollen Wasserkasten mitführen und dadurch das Belastungsgewicht verringern.

Mufs also ein Zug ohne Anhalten auf eine Länge von mehr als 250 km durchgeführt werden, so empfiehlt es sich, wo immer tunlich, eine Schöpfrinne anzulegen und der Lokomotive einen nicht zu grofsen Tender anzuhängen.

Mufs der Zug ohne Lokomotivwechsel unterwegs doch anhalten, so ist es angezeigt, der Lokomotive einen nicht zu grofsen Tender anzuhängen, das Wasser an Wasserkranen mit grofser Auslaufmenge zu nehmen, besondere Wasserkrane hierfür aufzustellen und die Wassereinläufe an den Tendern für grofse Anfahrlänge einzurichten.

Über die Berechnung der Belastungen von Lokomotiven und die Bestimmung der Fahrzeiten im täglichen Betriebe.

Von **O. Busse**, Königlicher Eisenbahndirektor in Kopenhagen.

Meines Wissens ist keine zusammenhängende Darstellung über die Berechnung der Lokomotivbelastungen und die Bestimmung der Fahrzeiten veröffentlicht worden*), und die bekannten Aufsätze darüber sind entweder veraltet oder sie geben für den Betrieb unrichtige Werte.

Die Rechnungsweise, welche ich im folgenden gebe, ist schon seit vielen Jahren bei den dänischen Staatsbahnen in Anwendung und im Laufe der Zeit nach den gewonnenen Erfahrungen wiederholt verbessert, so dafs sie vorläufig als abgeschlossen und gründlich geprüft betrachtet werden darf.

Sie beruht einerseits auf der Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Lokomotive nach der Verdampfungsfähigkeit der Kessel **) und der mit veränderlichem Füllungsgrade wechselnden Maschinenleistung, anderseits auf der Bestimmung des ganzen Zugwiderstandes.

Die genaueren Formeln für den Widerstand enthalten immer ein Glied, welches von der Gröfse des Zuges abhängig ist; diese Form kann man für unsern Zweck, wo die Zuggröfse erst gesucht wird, nicht gebrauchen. Ich habe deshalb für die verschiedenen Zugstärken und Lokomotiven verschiedene Widerstände eingeführt nach der Formel $Q = \alpha + \beta \frac{km^2}{1000}$, in welcher die Werte »$\beta$« nach der Verdampfungsfähigkeit der Kessel verschieden angegeben sind.

Die Rechnung, welche ich für unsere Schnellzuglokomotive ***) durchführen will, ist folgende:

Es bezeichne

F die Verdampfung durch die Heizfläche der Feuerbüchse in $\frac{kg}{qm/St.}$;

R dieselbe durch die Heizfläche der Heiz-Rohre in $\frac{kg}{qm/St.}$;

L die Länge der Rohre in ^{m};

v die Luftverdünnung in der Rauchkammer;

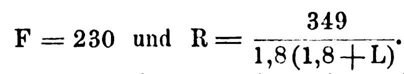
w die Verdampfung im ganzen in kg/St.

F und R sind durch folgende Erfahrungs-Formeln zu ermitteln:

$$F = 100 \sqrt[3]{v} + 16 \sqrt{v} - 36$$

$$R = \frac{25 + 32{,}4 \,.\, v}{(1{,}3 + 0{,}05 \,.\, v)\ (1{,}3 + 0{,}05 \,.\, v + L)}.$$

Wird die Luftverdünnung in der Rauchkammer zu 10 cm Wassersäule gesetzt, mit der man rechnet, so ist:

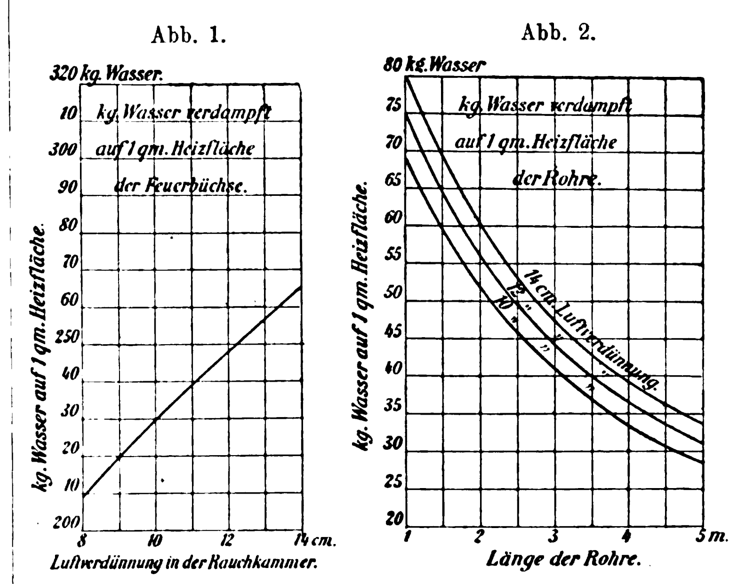


$$F = 230 \text{ und } R = \frac{349}{1{,}8\,(1{,}8 + L)}.$$

Diese Formel gilt für Heizrohre, deren Länge L das 70 bis 80 fache des äufsern Durchmessers d beträgt; bei gröfserm oder kleinerm Längenverhältnisse y ist die Verdampfungsziffer R um 1 % für jeden Rohrdurchmesser, um den die Rohrlänge von dem Verhältnisse 75 abweicht, zu verkleinern oder zu vergröfsern, oder $R_1 = R\left(1 + \frac{y + 75}{100}\right)$.

Zum Beispiel ist bei der Rohrlänge L = 95 d oder y = 95 $R_1 = 0{,}8$ R.

Bei grofser Anstrengung der Lokomotive, bei Verspätungen oder schlechtem Wetter kann für die Höchstleistung mit einer Luftverdünnung von 13 cm gerechnet werden. Dabei wird $F = 257$ und $R = \frac{446}{1{,}95\,(1{,}95 + L)}$. Die nebenstehenden Schaulinien Textabb. 1 und 2 zeigen die Ergebnisse dieser Rechnung.



Die feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse ist bei der bezeichneten Lokomotive 9,25 qm, die der Rohre 78.75 qm und die Länge der Rohre L = 3,430 ^{m}. R wird somit = $\frac{349}{1{,}8\,(1{,}8 + 3{,}43)} = 37{,}1$ kg

und $w = 9{,}25 \,.\, 230 + 78{,}75 \,.\, 37{,}1 = 5047$ kg.

Ferner bezeichne:

V = den Rauminhalt der Dampfmenge in $\frac{cbm}{St.}$, 1 cbm Dampf von 12 at Überdruck wiegt 6,47 kg, folglich ist

$$V = \frac{w}{6{,}47} = \frac{5047}{6{,}47} = 780 \text{ cbm/St. Dampf.}$$

*) Die Aufsätze von v. Borries, Organ 1887, S. 146 und 1893, S. 85 geben ein allgemeines Verfahren für die Ermittelung der Fahrzeiten. Siehe auch Eisenbahntechnik der Gegenwart Bd. III, S. 354, 361. Wiesbaden, C. W. Kreidel. Die Schriftleitung.

**) Organ 1880, S. 16.

***) Organ 1896, S. 231.

Ist nun

D der Triebraddurchmesser . . . $= 1,846$ m

d der Zylinderdurchmesser . . . . $= 0,430$ «

l der Kolbenhub . . . . $= 0,610$ «

$l_1/l =$ der Füllungsgrad,

$k =$ die Geschwindigkeit der Lokomotive in km/St.,

und wird der mit Frischdampf zu füllende schädliche Raum der Zylinder zu 0,03 gesetzt, so findet man den Dampfverbrauch der Lokomotive zu $\left(\frac{l_1}{l} + 0,03\right)\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot 4 \cdot l \cdot \frac{1000\,k}{\pi \cdot D}$ in kg/St.

Da nun Dampfentwickelung und Dampfverbrauch bei voller Ausnutzung der Lokomotive gleich sein müssen, so kann man setzen: $V = \left(\frac{l_1}{l} + 0,03\right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot 4 \cdot l \cdot \frac{1000\,k}{\pi \cdot D}$ und daraus ergibt sich der Füllungsgrad $\frac{l_1}{l} = \frac{V \cdot D}{1000\,k \cdot d^2 \cdot l} - 0,03$ und mit den oben angegebenen Werten $\frac{l_1}{l} = \frac{12,76 - 0,03\,k}{k}$.

Ist ferner N P.S. die Anzahl der Pferdestärken, welche der Verdampfungsmenge und dem Füllungsgrade entspricht, $S =$ die in der Stunde für die P.S. verdampfte oder verbrauchte Wassermenge, so ist $N = \frac{w}{S}$.

Die Gröfse S ist aus Versuchen ermittelt für:

$$10 \text{ at Überdruck } S = 18\left(\frac{l_1}{l}\right)^2 + 8,6$$

$$12 \text{ « « } S = 16\left(\frac{l_1}{l}\right)^2 + 8,3$$

$$14 \text{ « « } S = 14\left(\frac{l_1}{l}\right)^2 + 8,1.$$

Die Zugkraft »T« in kg, welche dieser Pferdestärke entspricht, ist: $T = \frac{270 \cdot N}{k}$, sie kann im allgemeinen nicht gröfser sein, als $\frac{1}{6}$ der Triebachslast.

Der ganze Zugwiderstand ist nach der Formel

$$Q = 2,5 + b\frac{(k^{\text{km/St.}})^2}{1000}$$

zu bestimmen; ich habe auf die oben angegebene Weise für Kessel unter 4000 kg/St. Dampferzeugung gefunden: $b = 0,9$, für solche über 4000 kg/St. $b = 0,7$, und erhalte dabei die Formeln

$$Q = 2,5 + 0,9 \cdot \frac{k^2}{1000} \text{ und}$$

$$Q = 2,5 + 0,7 \cdot \frac{k^2}{1000}.$$

Für Kessel mit über 6000 kg/St. Dampferzeugung müfste wahrscheinlich ein noch kleineres »b« benutzt werden; darüber habe ich jedoch keine Erfahrungen. Der Krümmungswiderstand ist nicht berücksichtigt, er kann aber für Flachlandstrecken als in diesen Formeln einbegriffen angenommen werden. Der Steigungswiderstand ist, wenn $s^0/_{00}$ die Steigung angibt, $Qs = \frac{1000}{s}$ kg/t.

Die von der berechneten Zugkraft T zu befördernde Last ist einschliefslich Lokomotive und Tender $L_b = \frac{T}{Q + Q_s}$ t.

Ist ferner L_n das Gewicht des Wagenzuges in t, G das Gewicht der Lokomotive und des halb beladenen Tenders, so ist $L_n = L_b - G$.

Die Rechnungen werden nun, wie die Zusammenstellung I zeigt, für verschiedene Steigungen und Geschwindigkeiten durchgeführt.

Zusammenstellung I.

Steigung	k	l_1/l	S	N	T	Q	Q_s	L_b	L_n
	km		kg	Anzahl	kg	kg	kg	kg	kg
1 : ∞	30	0,395	10,8	467	4203	3,13	00	1342	1279
	40	0,289	9,6	524	3537	3,62	00	977	914
	50	0,225	9,1	554	2991	4,25	00	703	640
	60	0,183	8,8	572	2574	5,02	00	512	449
	75	0,140	8,6	587	2113	6,44	00	328	265
	90	0,112	8,5	594	1782	8,17	00	218	155
1 : 100 = 10 ‰	30	—	—	—	4203	3,13	10,0	322	259
	40	—	—	—	3537	3,62	10,0	259	196
	50	—	—	—	2991	4,25	10,0	210	147
	60	—	—	—	2574	5,02	10,0	171	108
	75	—	—	—	2113	6,44	10,0	128	65
	90	—	—	—	1782	8,17	10,0	98	35

Hier ist nur die Berechnung für die wagerechte Strecke und für die Steigung $10^0/_{00}$ angegeben. Bei den dänischen Staatsbahnen werden die folgenden acht Steigungsverhältnisse berücksichtigt, zwischenliegende bei Berechnung der Fahrpläne auf diese abgerundet:

Steigung	$A_0 = 1:80$	umfafst die Steigungen	1 : 75	bis	1 : 89
«	$A = 1:100$	« « «	1 : 90	«	1 : 109
«	$B = 1:120$	« « «	1 : 110	«	1 : 134
«	$C = 1:150$	« « «	1 : 135	«	1 : 174
«	$D = 1:200$	« « «	1 : 175	«	1 : 249
«	$E = 1:300$	« « «	1 : 250	«	1 : 499
«	$E_{II} = 1:600$	« « «	1 : 500	«	1 : 999
«	F wagerechte Gefälle	« « «	1 : 1000	«	∞ und Gefälle.

Die auf diese Weise gefundenen Zuglasten werden als Schaulinien (siehe Textabb. 3) aufgetragen, jede Linie gibt die zusammengehörigen Belastungen und Geschwindigkeiten auf gegebener Steigung an. Zieht man nun bei einer gegebenen Zuglast die entsprechende wagerechte Linie, so geben die Schnittpunkte dieser mit den Linien die Fahrgeschwindigkeiten, welche mit der betreffenden Zuglast auf den verschiedenen Steigungen zu erreichen sind; aus den in dieser Weise gefundenen Geschwindigkeiten läfst sich dann die Fahrzeit Min./km $f = \frac{60}{k}$ ermitteln.

Im täglichen Betriebe stellen bestimmte Zuggattungen bestimmte Ansprüche an die Geschwindigkeit und Belastung; auch sind gewöhnlich mehrere an Zugkraft verschiedene Lokomotiven zu verwenden. Deshalb sind zuerst für jede Zuggattung die Fahrzeiten zu ermitteln und dann die Belastung

der einzelnen Zuggattung für die vorhandenen Lokomotiven zu bestimmen.

Bei den dänischen Staatsbahnen sind 100 2/4 gekuppelte Personenzuglokomotiven und 74 3/3 gekuppelte Güterzuglokomotiven gleicher Gattung vorhanden, während die übrigen in Gattungen von 4 bis 20 Stück verteilt sind. Es lag also nahe, die Fahrzeiten aller Personen- und Güterzüge nach der Leistung dieser beiden Gattungen, die wir K und G nennen, festzustellen. Die Personenzüge wurden hierzu in sieben Gattungen geteilt, und deren Belastung in Wagenladungen zu 10 t wie folgt festgesetzt:

Expreſszüge	15	Wagenladungen	= 150 t
Kurierzüge	18	«	= 180 «
Schnellzüge	21	«	= 210 «
Eilzüge	24	«	= 240 «
Schnelle Personenzüge .	27	«	= 270 «
Personenzüge	30	Wagenladungen	= 300 t
Langsame Personenzüge	33	«	= 330 «

Die Belastung jeder dieser Zuggattungen ist für die Personenzuglokomotiven unveränderlich, da während der Reise eines Personenzuges selten Wagen an- oder abgehängt werden.

Für die Güterzüge ist es dagegen zweckmäſsiger, die Belastung nach den Steigungen zu regeln, weil die Belastung zwischen zwei Stationen häufig wechselt. Deshalb werden die Güterzüge in vier Gattungen geteilt und für sie die folgenden Belastungen festgesetzt:

Gemischter Güterzug	25 bis 36	Wagenladungen	
Schneller «	26 « 40	«	
Güterzug	27 « 44	«	
Langsamer «	27 « 49	«	

Nach diesen Feststellungen sind die Belastungslinien, Textabb. 3 und 4, für die Lokomotiven K und G aufgezeichnet und die betreffenden Züge eingetragen.

Abb. 3.

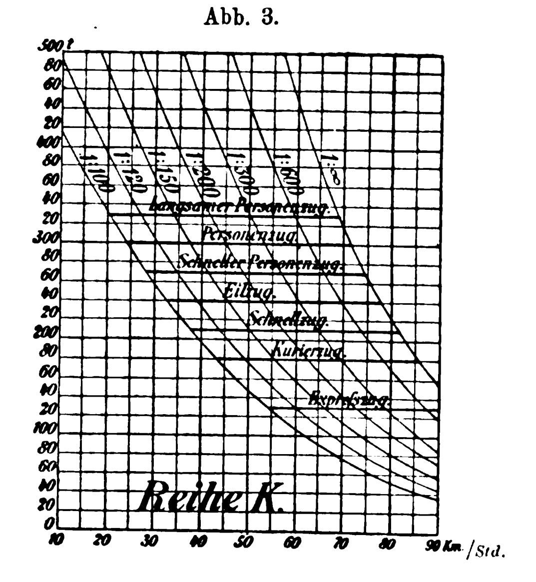
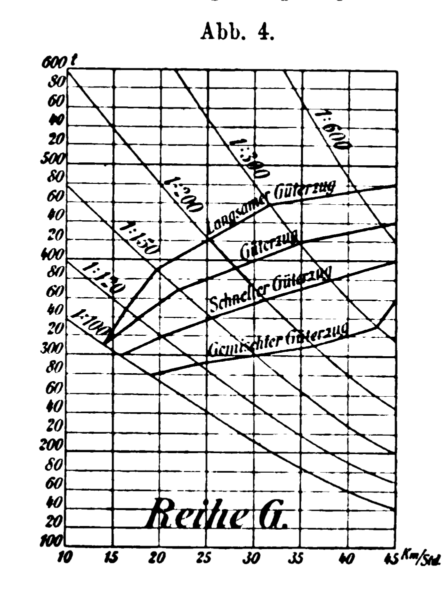


Abb. 4.



Die Schnittpunkte jeder Zuglinie mit den Geschwindigkeitslinien geben die Geschwindigkeiten an, welche der Berechnung der Fahrzeiten zu Grunde gelegt werden; diese sind in Zusammenstellung II, Spalte 2 eingetragen.

Zusammenstellung II.

Zuggattung	Zugbezeichnung	Ao		A		B		C		D		E		E_{II}		F	
		Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Expreſszüge	E	—	—	1,13	53	1,00	60	0,90	67	0,80	75	0,73	82	0,70	86	0,67	90
Kurierzüge	K	—	—	1,40	43	1,25	48	1,10	55	0,97	62	0,87	69	0,77	78	0,70	86
Schnellzüge	HJ	—	—	1,60	38	1,40	43	1,20	50	1,05	57	0,94	64	0,83	72	0,75	80
Eilzüge	J	—	—	1,90	32	1,60	38	1,37	44	1,15	52	1,00	60	0,86	70	0,78	76
Schnell-Personenzüge .	HP	2,40	25	2,22	27	1,81	33	1,50	40	1,25	48	1,05	57	0,90	67	0,86	70
Personenzüge	P	3,00	20	2,50	24	2,00	30	1,71	35	1,37	44	1,15	52	1,03	58	1,00	60
Langsame Personenzüge	LP	3,33	18	2,90	21	2,30	26	1,90	32	1,50	40	1,37	44	1,20	50	1,10	55
Gemischte Güterzüge .	B	3,75	16	3,16	19	2,60	23	2,00	30	1,71	35	1,50	40	1.40	43	1,33	45
Schnelle » .	HG	4,00	15	3,53	17	3,00	20	2,40	25	1,90	32	1,71	35	1,46	41	1,37	44
Güterzüge	G	4,60	13	3,75	16	3,33	18	2,72	22	2.22	27	1,81	33	1,50	40	1,50	40
Langsame Güterzüge .	LG	5,00	12	4,00	15	3,53	17	3,00	20	2,40	25	2,00	30	1,71	35	1,54	39

Die Geschwindigkeit, mit welcher rechnungsmäſsig eine Zuggattung auf wagerechter Bahn befördert werden kann, wird Grundgeschwindigkeit genannt und nimmt mit Zunahme der Belastung ab; für Expreſszüge ist somit 90 km/St., für Güterzüge 40 km/St. Grundgeschwindigkeit vorgesehen. Für jeden Zug ist in dem Dienstfahrplane die »gröſste zulässige Geschwindigkeit« angegeben; diese hat mit der Grundgeschwindigkeit nichts zu tun, wird aber, um das Einholen etwaiger Verspätungen zu ermöglichen, so hoch wie möglich angesetzt unter Berücksichtigung des Zustandes der Bahn, der gröſsten Geschwindig-

keit der Lokomotive und der Anzahl der Bremsen, welche bedient sind, auch bei durchgehenden Bremsen.

Für die Bestimmung der Fahrzeiten auf einer Strecke müssen die Neigungsverhältnisse der Bahn genau bekannt sein. Als Beispiel sind in Zusammenstellung III die Neigungsverhältnisse der Strecke Kopenhagen-Roskilde angegeben.

Zusammenstellung III.

Abstand km		Bahnhof	F	E_{II}	E	D	C	B	A	Ao
			1 : ∞	1 : 600	1 : 300	1 : 200	1 : 150	1 : 120	1 : 100	1 : 80
I	II		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
—		Kjöbenhavn								
	2,4		1,2	—	—	1,2	—	—	—	—
—		Frederiksberg								
	9,1		5,1	—	3,5	0,5	—	—	—	—
11,5		Glostrup								
	6,2		2,7	1,5	2,0	—	—	—	—	—
17,7		Taastrup								
	6,9		2,0	0,8	0,4	3,7	—	—	—	—
24,6		Hedehusene								
	7,0		1,4	0,2	5,4	—	—	—	—	—
31,6		Roskilde								
		31,6 km	12,4	2,5	11,3	5,4	—	—	—	—
—		Roskilde								
	7,0		5,9	1,1	—	—	—	—	—	—
—		Hedehusene								
	6,9		5,0	—	1,9	—	—	—	—	—
13,9		Taastrup								
	6,2		3,9	2,3	—	—	—	—	—	—
20,1		Glostrup								
	9,1		5,8	—	3,3	—	—	—	—	—
29,2		Frederiksberg								
	2,4		2,4	—	—	—	—	—	—	—
31,6		Kjóbenhavn								
		31,6 km	23,0	3,4	5,2	—	—	—	—	—

Die Spalten II geben den Abstand der Stationen an, die Spalten I die ganze Streckenlänge vom Ausgangspunkte bis zur Schlufsstation. In den Spalten III bis X sind die Längen aller Steigungsgruppen zwischen den betreffenden Stationen aufgeführt. Durch Multiplikation dieser Längen mit den in Zusammenstellung II, Spalte 1 enthaltenen Zeiten sind die Fahrzeiten der Strecke zu ermitteln, wie es in Zusammenstellung IV für die Strecke Kopenhagen-Roskilde ausgeführt ist.

Zusammenstellung IV.

Bahnhof		E	K	HJ	J	HP	P	LP	B	HG	G	LG
		Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.
Kjöbenhavn												
	D	1,8	2,0	2,1	2,3	3	3	3	4	4	5	5
Frederiksberg												
	D	6,4	7,1	7,6	8,2	9	11	12	14	14	16	17
Glostrup												
	E	4,5	4,8	5,2	5,6	6	7	8	9	10	10	12
Taastrup												
	D	5,2	6,0	6,5	6,9	7	8	9	11	12	13	14
Hedehusene												
	E	5,2	5,9	6,3	6,7	7	8	9	10	11	12	13
Roskilde												
Anzahl Minuten		23,1	25,8	27,7	29,7	32	37	41	48	51	56	61
Mittelgeschwindigkeit km/St		82	73,5	68,5	63,8	59,2	51,3	46,2	39,5	37,1	33,8	31
Grundgeschwindigkeit km/St		90	86	80	76	70	60	55	45	44	40	39

Diese Fahrzeiten sind sogenannte »reine Fahrzeiten«, für das Anfahren und Anhalten, sowie auch für vorgeschriebene Geschwindigkeitsverminderungen beim Befahren der Stationsgebiete ist noch die hierfür erforderliche Zeit zuzugeben. Untersuchungen, welche mit Zügen aller Gattungen auf verschiedenen Strecken vorgenommen sind, haben ergeben, dafs im allgemeinen 1,5 Min. für das Anfahren, und 0,5 Min. für das Anhalten nötig sind. Ausnahmen hiervon machen die Kopfstationen, wo die Züge mit besonderer Vorsicht einlaufen sollen; hier werden für jedes Anhalten 2 Minuten berechnet.

Die Zeit, welche für eine Geschwindigkeitsverminderung in den Stationsgebieten erforderlich ist, hängt von der Durchfahrgeschwindigkeit, der Grundgeschwindigkeit und der Stationslänge ab. Nach vorgenommenen Probefahrten und Berechnungen ist die Zeit unter Berücksichtigung der Verhältnisse, die in Erwägung kommen, durch Zusammenstellung V festgesetzt.

Zusammenstellung V.

Zuggattung		E	K	HJ	J	HP	P	LP	B—HG	G—LG
Grundgeschwindigkeit km/St		90	86	80	76	70	60	55	45—44	40-39
		Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.
Verminderte Fahrgeschwindigkeit	30 km/St	2,4	2,2	2,0	1,9	1,7	1,4	1,3	1,2	1,0
	45 „	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0	0,7	0,6	—	—
	60 „	1,0	0,8	0,6	0,5	0,3	—	—	—	—
	75 „	0,5	0,3	0,2	—	—	—	—	—	—

Für jede Zuggattung sind die von einer Personenzug- und eine Güterzug-Lokomotive zu erreichenden Geschwindigkeiten also als mafsgebend für die Fahrzeiten angenommen. Für andere Lokomotiven sind die Geschwindigkeiten somit gegeben, und die zugehörigen Belastungen müssen gefunden werden.

Zu diesem Zwecke zeichnet man für die betreffende Lokomotive nach der oben angegebenen Berechnung die Belastungslinien auf (Textabb. 5), und bestimmt für jede Zuggattung die Schnittpunkte der Geschwindigkeitscote mit den Belastungslinien; die gestrichelten Linien geben dann die zulässige Belastung der Zuggattung an; man legt nun eine Mittellinie durch diese, welche die im Betriebe zu verwendenden Belastungen für verschiedene Zuggattungen angeben, diese sind in Textabb. 5 aufgezogen.

In ähnlicher Weise werden Schaulinien für alle Lokomotivgattungen aufgestellt, man ist dann imstande, die übrigen, nicht gewöhnlichen Lokomotiven nach der Leistung in besondere Zugkraftklassen zu verteilen. Als Beispiel ist in Zusammenstellung VI die Belastungstafel für unsere Zugkraftklassen 1 und 2 aufgeführt; sie sind, wie alle Belastungstafeln, im Dienstfahrplane angegeben.

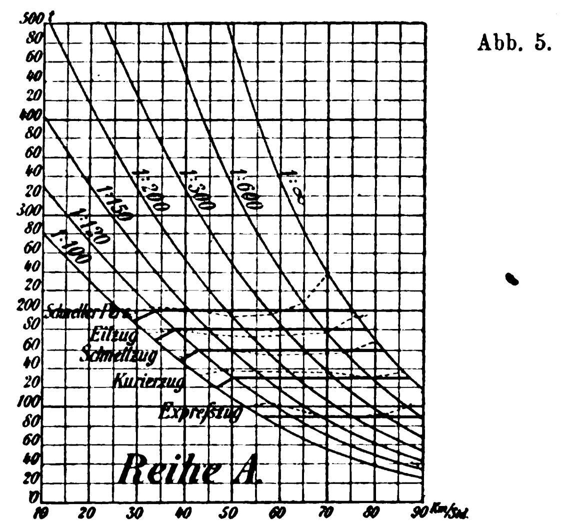


Abb. 5.

Zusammenstellung VI.
Zugbelastungen der Lokomotiven.

Reihe und Nr. der Lokomotiven	Zuggattung	Zugbezeichnung	A	B	C	D	E	F
			Anzahl der Wagenladungen					
	Exprefszüge	E	13	13	13	13	13	13
	Kurierzüge	K	18	18	18	18	18	18
	Schnellzüge	HJ	21	21	21	21	21	21
Klasse 1:	Eilzüge	J	24	24	24	24	24	24
K Nr. 501 bis 600	Schnell-Personenzüge	HP	27	27	27	27	27	27
Ks „ 271 „ 279	Personenzüge	P	30	30	30	30	30	30
C „ 701 „ 705	Langsame Personenzüge	LP	33	33	33	33	33	33
	Gemischte Güterzüge	B	35	36	37	38	38	38
	Schnelle „	HG	36	39	42	42	42	42
	Güterzüge	G	36	41	45	45	45	45
	Langsame Güterzüge	LG	37	42	48	48	48	48
	Exprefszüge	E	9	9	9	9	9	9
	Kurierzüge	K	13	14	14	14	14	14
Klasse 2:	Schnellzüge	HJ	15	16	16	16	16	16
A Nr. 129 bis 159	Eilzüge	J	17	18	18	18	18	18
Cs „ 239 „ 249	Schnell-Personenzüge	HP	19	20	20	20	20	20
Ds „ 208 „ 213	Personenzüge	P	21	22	23	23	23	23
Es „ 231 „ 237	Langsame Personenzüge	LP	23	24	25	25	25	25
Fs „ 250 „ 263	Gemischte Güterzüge	B	24	25	26	28	31	31
	Schnelle „	HG	25	27	29	31	36	36
	Güterzüge	G	25	28	31	35	39	40
	Langsame Güterzüge	LG	26	29	33	37	42	42

Zum Gebrauch für die Betriebsbeamten bei Einlegen neuer Züge sind die in oben beschriebener Weise ermittelten Fahrzeiten in einem besondern Buche vereinigt, von dem Zusammenstellung IV ein Beispiel gibt. Das für die Zugbelastungen der einzelnen Stationsabstände mafsgebende Neigungsverhältnis ist durch die Buchstaben rechts neben den Stationsnamen angegeben.

Um das Gewicht eines Zuges in Wagenladungen zu er-

mitteln, ist an den Längsträgern der Personen-, Post- und Gepäck-Wagen angegeben, zu wie viel Wagenladungen sie zu berechnen sind; die Wagen sind dabei als halbbesetzt angenommen; für die Güterwagen ist das Eigengewicht mafsgebend, mit Zusatz von 0,1 Wagenladung für jede 1000 kg Nutzlast

Als Beispiel seien hier die folgenden Wagen erwähnt:

Schlafwagen mit oder ohne Reisende . . .	4,5 Wgl.
Durchgangswagen mit Drehgestellen für den auswärtigen Verkehr	4,4 «
Post- und Gepäck-Wagen mit Drehgestellen .	3,8 «
Abteilwagen mit Drehgestell I. und II. Klasse	3,2 «
« « « III. «	2,6 «
Zweiachsige Personenwagen I. und II. Klasse	1,4 Wgl.
« « III. «	1,1 «

Dieses Verzeichnis ist mit einer weitern Reihe ähnlicher Bestimmungen in die Dienst-Fahrpläne aufgenommen.

Die hier entwickelten Berechnungen haben bei den dänischen Staatsbahnen eine gründliche und sparsame Ausnutzung der vorhandenen Lokomotiven ermöglicht, und das Verfahren wird sich ohne Zweifel mit Vorteil jedem Lokomotivbestande und anderen Bahn- und Betriebsverhältnissen anpassen lassen.

Feststellung der Schienenüberhöhung in Gleisbogen.

Von **Reimann**, Zivilingenieur in Augsburg.

Ein neues Verfahren zur Feststellung der Schienenüberhöhung in Gleisbogen ist nach nunmehr zweijährigen Versuchen von der Eisenbahn-Brigade zu Schöneberg bei Berlin in die »für das Verlegen von Oberbau für Eisenbahntruppen bestehenden Dienstvorschriften« aufgenommen worden.

Da nach einer Erklärung der Inspektion der Verkehrstruppen zu Berlin vom Oktober 1902 »die Versuche, welche durch die Eisenbahntruppe ausgeführt worden sind, die Brauchbarkeit des Verfahrens besonders bei Feldeisenbahnbauten erwiesen haben«, und da nach einer Erklärung der Eisenbahn-Brigade vom November 1904 bei den im Sommer 1904 fortgesetzten Versuchen sich auch ergeben hat, »dafs das Verfahren bei Krümmungen vorhandener regelspuriger Gleise mit unbekanntem Halbmesser mit Vorteil Verwendung finden kann«, so soll das von dem Zivilingenieur G. Reimann in Augsburg angegebene Verfahren hier beschrieben werden.

In der bekannten Überhöhungsformel $h = \frac{s\,v^2}{g\,R}$ wird der Ausdruck R durch die Pfeilhöhe e und die Sehne l eines beliebigen Bogenabschnittes ersetzt. In der sich dann ergebenden Formel $h = \frac{2\,e\,\frac{s\,v^2}{g}}{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + e^2}$ kann ohne Beeinträchtigung der für die Überhöhung h erreichbaren Genauigkeit e^2 im Nenner vernachlässigt werden. Stellt man dann noch die Bedingung, dafs $e = h$ werden soll, so ergibt sich die diese Bedingung erfüllende Sehnenlänge $l = \sqrt{\frac{8\,s}{g}} \cdot v =$ rund $0{,}9\,\sqrt{s} \cdot v$. Damit ist aber folgendes Verfahren für den Betrieb gewonnen:

Wenn s die Spurweite, v die für die Überhöhung einer Gleisanlage mafsgebende Fahrgeschwindigkeit ist, so bestimme man ein für allemal für die Gleisanlage die Länge l einer Schnur aus der Formel $l^m = 0{,}9\,\sqrt{s^m} \cdot v^{m\,Sek}$.

Spannt man diese Schnur an stets derselben äufsern oder innern Bogenschiene eines beliebigen Gleisbogens aus, so gibt die zwischen Schiene und Schnurmitte verbleibende Pfeilhöhe die Überhöhung stets ausreichend genau an.

Bogen mit beabsichtigtem oder unbeabsichtigtem Krümmungswechsel, besonders auch Feldbahngleise mit unregelmäfsiger Lage, welche für eine ruhige Fahrt stets sehr störend sind, erhalten bei Anwendung des neuen Verfahrens von selbst eine mit Verschärfung der Krümmung wachsende, mit Verflachung der Krümmung abnehmende Überhöhung, wodurch auch in unregelmäfsigen Bogen ein ruhiger Gang der Fahrzeuge gewährleistet erscheint.

Für die Länge l der zu verwendenden Schnur folgen stets handliche Mafse, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

s = 1,435 m; v = 11,1 bis 4,2 m/Sek; l = 12 bis 4,5 m,
s = 1,000 m; v = 8,3 bis 4,2 m/Sek; l = 7,5 bis 3,75 m,
s = 0,750 m; v = 6,9 bis 2,1 m/Sek; l = 5,55 bis 1,65 m,
s = 0,500 m; v = 4,2 bis 1,4 m/Sek; l = 2,70 bis 0,90 m.

Bei Schmalspur und nicht zu grofser Fahrgeschwindigkeit könnte man statt der Schnur bequem ein von einem Manne zu handhabendes Lineal verwenden, mit welchem eine zur Gleisprüfung dienende Wasserwage durch eine vom Erfinder des Verfahrens angegebene einfache Vorrichtung zwangläufig so verbunden werden kann, dafs sie sich durch blofses Anlegen des Lineales von selbst auf die der Krümmung entsprechende Überhöhung einstellt.

Bekanntmachung.

Das Königliche Materialprüfungsamt hat bisher, um die Interessen seiner privaten Auftraggeber nach besten Kräften zu fördern, von der strengen Durchführung der Vorschrift Abstand genommen, nach der die Versuchsarbeiten erst nach Eingang der Gebühren oder eines Kostenvorschusses in Angriff genommen werden dürfen.

Da aber, namentlich in letzter Zeit, häufig Unzuträglichkeiten und Ausfälle aus diesem Entgegenkommen entstanden sind, mufs dieses Verfahren bedauerlicherweise aufgegeben werden. Im Interesse der Antragsteller liegt es daher, mit dem Prüfungsantrage schon die Gebühren oder einen angemessenen Vorschufs einzusenden, oder bei Beträgen unter 40 M. auszu-

sprechen, dafs die Kosten durch Nachnahme erhoben werden sollen.

Der Gebührenbetrag kann aus der vom Amt unentgeltlich abzugebenden »Gebührenordnung« ersehen werden; er wird auch auf vorherige Anfrage gern mitgeteilt.

Wenn häufigere Inanspruchnahme des Amtes beabsichtigt wird, empfiehlt es sich, einen für mehrere Anträge ausreichenden Vorschufs bei der Kasse des Amtes niederzulegen und nach den Abrechnungen über die Einzelanträge diesen rechtzeitig zu ergänzen.

Grofs-Lichterfelde West, im Februar 1905.

Königliches Materialprüfungsamt.

A. Martens.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Bauausführung des Harlem-Tunnels bei New-York*).

(Génie Civil, Februar 1904, S. 256. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 und 7 auf Tafel XXXV.

Bei dem Baue des östlichen Teiles des Tunnels unter dem Harlem-Flusse in New-York hat man ein neues Verfahren angewendet, das sich wesentlich von dem Gründungsverfahren des jetzt vollendeten Westteiles unterscheidet.

Der westliche Teil wurde in der Weise hergestellt, dafs man durch Bagger in dem Flusse eine Rinne herstellte, in deren Sohle man zwei Spundwände in dem der zukünftigen Tunnelbreite entsprechenden Abstande schlug. Diese beiden Spundwände wurden durch eine dritte Wand überdeckt und die so entstandene Kammer gut abgedichtet. Hierauf wurde das Wasser aus der Kammer gepumpt, diese unter Prefsluft gesetzt, und der Tunnel gebaut.

Nach seiner Fertigstellung wurde die obere Holzdecke der Kammer entfernt.

Bei der Bauausführung der Osthälfte werden zunächst auch die beiden seitlichen Spundwände in die 14,60 ^{m} breite Baggerrinne geschlagen. Die Wände brauchen aber nicht so hoch zu sein, wie bei der oben erwähnten Bauart, da statt der Holzdecke hier das Tunnelgewölbe die Decke der Arbeitskammer bildete. (Abb. 6, Taf. XXXV.) Die Tunnelwölbung wird in bestimmten Abschnitten von 28 bis 30 ^{m} Länge auf einem Flofse auf dem Flusse hergestellt. Jeder Abschnitt wird an seinen beiden Enden durch hölzerne Querwände zunächst abgeschlossen und dann an der in Frage kommenden Stelle im Flusse durch Einlassen von Wasser langsam versenkt, bis die Grundflächen des Gewölbes auf den seitlichen Spundwänden genau aufliegen. Die Verbindung und Abdichtung der einzelnen aneinanderstofsenden Abschnitte im Flusse wird durch Taucher bewirkt.

Nach Dichtung der Abschnitte werden die hölzernen Querwände an den Enden der Abschnitte entfernt. Die so entstandene Arbeitskammer wird dann leer gepumpt und die Tunnelsohle hergestellt (Abb. 7, Taf. XXXV).

Dieses neue Herstellungsverfahren ist wegen der geringern Höhe der Spundwände, also geringern Holzverbrauches sparsamer. R—l.

*) Hudson-Flufs-Tunnel, Organ 1905, S. 79.

Bahn-Oberbau.

Schreiende Schienen.

(Engineer 1904, Dezember, S. 538; Railroad Gazette 1905, Januar, XXXVIII, S. 66. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 5 auf Tafel XXVI.

Auf vielen indischen Eisenbahnen werden Stahlschienen von einem auch in Europa beobachteten Schaden angegriffen, nämlich dafs die Schienenoberfläche unter der Wirkung des Verkehres derart abgenutzt wird, dafs sie in eine Reihe von dem Auge und dem Gefühle wahrnehmbaren Erhöhungen und Vertiefungen verwandelt wird, welche ein betäubendes Geräusch hervorrufen, wenn der Zug über sie hinweggeht. Der Mangel ist nicht auf eine besondere Form oder einen bestimmten Jahrgang von Schienen beschränkt.

Abb. 5, Taf. XXVI zeigt eine Probe von Zeichen auf der Oberfläche der schreienden Schienen. Die weifsen unregelmäfsig geformten Flecke stellen die Erhöhungen auf der Oberfläche der Schiene dar. Sie erscheinen dem Auge glänzend poliert, während das übrige matt ist; die Räder laufen auf diesen Erhöhungen und berühren die übrige Oberfläche nicht. Eine Prüfung mit der Hand zeigt, dafs die glänzenden Flecke wirklich erhöhte Teile der Oberfläche sind. In einigen Fällen reichen sie über die ganze Breite des Schienenkopfes, in der Mehrzahl der Fälle sind sie auf Teile der Breite beschränkt. Die Höhe dieser Erhöhungen ist durchschnittlich etwa 0,1 ^{mm}.

Diese Schienen kommen in Indien nur auf Strecken vor, deren Bettung aus Ziegelsteinbrocken besteht. Auch sind die Vorsprünge auf Holzschwellen stärker, als auf stählernen oder eisernen. Es ist ferner festgestellt worden, dafs schreiende Schienen sich ganz glatt abnutzen, wenn sie aus einer mit Bettung aus Ziegelsteinbrocken versehenen Strecke genommen und auf einer mit Erdbettung versehenen Strecke verlegt werden, oder sogar, wenn sie im Gleise gelassen werden und der ganze obere Teil der aus Ziegelsteinbrocken bestehenden Bettung fortgeschafft und durch bis Schienenoberkante eingefüllte Erde ersetzt wird, ohne die Ziegelsteinbrocken unter den Schwellen zu berühren.

Dennoch ist es aussichtslos, die Ursache des Mangels in der Beschaffenheit der Bettung zu suchen, denn auch Strecken mit Backsteinbettung sind frei davon; sie liegt wahrscheinlich in irgend einer Bedingung oder Eigenschaft im Stahle der Schienen.

Der Stahl der Erhöhungen der Schienenoberfläche kann nicht mit einem Federmesser oder einer Feile geritzt werden, wie das dazwischen liegende Metall. Hieraus ist geschlossen worden, dafs die Schiene in der Querrichtung abwechselnd mit hartem und weichem Metalle überzogen sei.

Um dies zu bestimmen, sind einige schreiende Schienen dadurch auf Härte geprüft worden, dafs sie der Einwirkung eines stählernen Locheisens von bestimmter Keilform unter einem aus bestimmter Höhe fallenden Bären ausgesetzt wurden und die Tiefe der hervorgebrachten Einkerbung gemessen wurde. Auf diese Weise wurde festgestellt, dafs zwischen dem Stahle der Erhöhungen und demjenigen der Vertiefungen kein Härteunterschied bestand; die Prüfung mit Federmesser und Feile hat getäuscht und nur einen Härteunterschied in der äufsersten Haut angezeigt, welcher durch die nur auf die Erhöhungen drückenden Räder der Fahrzeuge verursacht wurde.

Es wurde jedoch eine wichtige Entdeckung gemacht, als nicht schreiende Schienen geprüft und die Ergebnisse mit denen von schreienden verglichen wurden. Die schreienden Schienen waren in jedem Falle aufsergewöhnlich hart, einige vier- oder fünfmal so hart wie die Nichtschreier. Dies war besonders bemerkenswert beim Vergleiche einer schreienden und einer nicht schreienden Schiene aus demselben Teile des Gleises, von gleicher Form und aus demselben Jahrgange. Die Ergebnisse waren im Produkte aus Bärgewicht und Eindrucktiefe:

	kgmm
Schreiende Schiene.	
Durchschnitt von zwölf Proben am Kopfe . . .	1483
« « sechs « « Stege . . .	830
Glatte Schiene.	
Durchschnitt von zwölf Proben am Kopfe . . .	1142
« « sechs « « Stege . . .	460

Eine andere schreiende Schiene, welche der Länge nach in der Mitte rechtwinkelig durchschnitten und auf der Schnittfläche geprüft wurde, zeigte aufserordentlich hohe Durchschnittshärte wechselnd von 1142 kgmm unten am Stege bis 3854 kgmm am Kopfe.

Nie wurde ein Fall von Schreien bei Eisenschienen gefunden, also hängt die eigentümliche Reihe von erhabenen Flecken ab von übermäfsiger Härte des Stahles, verbunden mit der Wirkung des Überganges der rollenden Körper. Wahrscheinlich wird die harte Schiene in stärkere und schnellere Schwingungen versetzt als die weiche, wobei die Wirkung durch ein nachklingendes Gleis erhöht wird, und die Reihe symmetrisch angeordneter und ähnlich geformter Erhöhungen auf der Oberfläche ist irgendwie eine Wirkung dieser Schwingung. Rührt der Übelstand wirklich von der Härte her, so ist die Frage, wie Schienen von dieser aufsergewöhnlichen Härte hergestellt werden.

Die chemische Zusammensetzung der schreienden Schienen ist keine besondere. Zwei schreiende und eine gewöhnliche Schiene von der Eastern Bengal State-Bahn enthielten:

	Schreiende Schiene.	Schreiende Schiene.	Gewöhnliche Schiene.
Kohlenstoff	0,691	0,472	0,459
Kieselsäure . . .	0,148	0,052	0,569
Schwefel	0,067	0,124	0,076
Phosphor	0,078	0,100	0,058
Mangan	2,090	1,050	0,950

Auffallend ist bei der einen schreienden Schiene höchstens der Mangangehalt.

In England werden schreiende Schienen gleich aus dem Gleise genommen. Man glaubt, dafs sie aus einem besondern Erze, dem »East Coast-Roteisenerz« hergestellt werden, welches übermäfsige Härte wegen eines geringen Überschusses an Schwefel und Phosphor liefert. Das bestätigt die obigen Schlüsse und wird unterstützt durch den nach den obigen Angaben gefundenen Überschufs an Phosphor in den schreienden Schienen.

Die Erzeugung von schreienden Schienen scheint also nur von übermäfsiger Härte des Stahles herzurühren. Dies gibt unter der Wirkung des Verkehres eine starke und ungewöhnliche Schwingung in der Schiene, welche erhöht wird, wenn das Gleis nachklingende Eigenschaften hat. Die Natur dieser Schwingung ist, dafs eine Reihe »Knoten« oder »Knoten-Flächen« längs der Oberfläche der Schienen entstehen, die allein von den Rädern getroffen werden, das übrige rostet weg. Dadurch werden diese »Knoten« wirklich eine Reihe von harten Erhöhungen, die mindere Abnutzung erfahren.

Dies mag nicht die volle Erklärung sein, aber nach vielen Versuchen ist sicher, dafs schreiende Schienen sehr viel härter sind, als gewöhnliche.

Diese Erkenntnis schränkt die Frage ein, da nur übrig bleibt festzustellen, was die Härte verursacht. Wahrscheinlich liegt der Grund in der chemischen Zusammensetzung. B—s.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Lokomotiv-Versuchstand der Pennsylvania-Bahn auf der Ausstellung in St. Louis.*)

(Railroad Gazette 1904, S. 356. Mit Zeichnungen.)

Die Räder der zu prüfenden Lokomotiven ruhen auf Rollen, auf deren Achsen Reibungsbremsen angebracht sind. Die Drehung der Triebräder bewirkt also Mitdrehen der Tragrollen, was mittels der Bremsen beliebig erschwert werden kann. Arbeitet die Lokomotive, so hat sie also den Reibungswiderstand der Tragrollen und der Bremsen zu überwinden. Die dabei an der Tenderkuppelung ausgeübte Zugkraft wird durch einen Zugkraftmesser bestimmt.

Die Tragrollen liegen mit ihrer Oberkante in Höhe der Schienen und des Gebäudeflures. In ihrer Grube sind auf Betonklötzen, welche die von den Lokomotivtriebrädern herrührenden Stöfse aufnehmen müssen, zwei längslaufende, gufseiserne Fufsplatten befestigt. Diese haben T-förmige Längsnuten, so dafs die Lagerböcke der Tragrollen mittels entsprechender Bolzen darauf befestigt und in der Längsrichtung entsprechend dem Abstande der Lokomotivtriebräder verschoben werden können.

Drei Paar Tragrollen von 1825 mm Durchmesser sind für Personenzuglokomotiven, fünf Paar von 1270 mm für Güterzuglokomotiven vorhanden. Sie sind wie gewöhnliche Lokomotivräder gebaut, jedoch ist der Radreifen ungefähr wie ein Schienenkopf gestaltet und zwar so, dafs das beim Laufen der

*) Organ 1904, S. 94.

Lokomotive herabtropfende Öl von den Laufflächen ferngehalten wird. Entsprechend dem verschiedenen Durchmesser der Tragrollen sind hohe und niedrige Lagerböcke vorhanden. Die von diesen getragenen Lagerschalen stellen sich selbsttätig so ein, dafs die Schenkel auf ihrer ganzen Länge aufliegen. Die unteren Lagerschalen bestehen aus Bronze, die oberen, die keine Belastung aufzunehmen haben, aus Gufseisen. Die Lager sind mit Kettenschmierung und Wasserkühlung versehen.

Die Achsen der Tragrollen tragen an ihren Enden Reibungsbremsen von G. J. Alden, die zuerst am Worcester Polytechnic Institute benutzt sind. Diese Bremse hat in ihrer einfachsten Form folgende Teile:

1. eine glatte, kreisförmige, gufseiserne Scheibe mit nach dem Mittelpunkte laufenden Ölnuten, festgekeilt auf der Welle, welche die zu verrichtende Arbeit überträgt;
2. ein nicht drehbares Gehäuse, das auf den Naben der Drehscheibe gelagert ist;
3. zwei dünne Kupferscheiben, von denen sich jede mit einer Seite gegen die Drehscheibe, mit der andern in eine Kammer des Gehäuses legt;
4. Röhren und Rohrverbindungen, durch welche Prefswasser in die Kammern des Gehäuses hinter die Kupferplatten geleitet wird;
5. Röhren und Rohrverbindungen, durch welche Öl zwischen die Drehscheibe und die Kupferplatten geleitet wird.

Um die grofsen Leistungen der Lokomotiven in Reibungsarbeit verwandeln zu können, ist jede Bremse mit zwei Drehscheiben, Kupferplatten und Wasserkammern versehen. Die Gehäuse der Bremsen sind gegen Mitdrehen durch Stangen gesichert, die an Tragstützen befestigt sind, welche an den Seiten der Fufsplatten durch Bolzen in T-förmigen Nuten gehalten werden.

Acht solcher Bremsen sind vorhanden, die nach Belieben auf die Achsen der grofsen oder der kleinen Tragrollen aufgesetzt werden. Die Bohrungen der Bremsscheiben sind kegelförmig; mit Hülfe von Schraubenmuttern auf jeder Seite können die Bremsscheiben leicht auf die Achsen aufgeschoben und entfernt werden, wobei Keile zwischen Achse und Nabe das Drehen verhindern.

Der Wasserdruck wird durch Ventile geregelt, die Einlafs und Auslafs unabhängig von einander verändern. Das Wasser erzeugt durch seinen Druck die erforderliche Reibung und dient gleichzeitig zur Abführung der erzeugten Wärme. Die Prefswasserleitungen aller Bremsen sind nach einem Punkte zusammengeführt, wo alle Ventile aufgestellt sind, so dafs Druck und Geschwindigkeit des Wassers schnell nach Bedarf eingestellt werden können. Um eine möglichst gleichbleibende Geschwindigkeit der Lokomotive zu erhalten, ist um das Hauptventil, das die Wasserzufuhr für alle Bremsen regelt, eine Abzweigung herumgelegt und in diese ein Ventil eingebaut, das selbsttätig durch einen Regler verstellt wird. Dieser Regler wird von den Achsen der Tragrollen aus angetrieben. Wächst die Andrehungszahl, so öffnet sich das Ventil, worauf der Bremsdruck steigt, und umgekehrt.

Die Grube, die alle Teile enthält, ist so grofs, dafs auch die nicht in Gebrauch befindlichen Räder, Achsen, Bremsen, Lagerböcke nebst Zubehör darin bleiben können. Der mittlere Teil der Grube bleibt immer offen, ist aber hinreichend mit Fufstritten versehen, im übrigen besteht die Eindeckung aus einzelnen Teilen, die leicht entfernt werden können.

Ein elektrisch betriebener 9 t-Kran von 13,1 m Spannweite dient zur Handhabung der Rollen, Bremsen, Achsen, Lagerböcke, ferner zum Heranholen der Kohlen. Seine Laufbahn ist um soviel länger, als die längste Lokomotive, dafs er noch von einem dahinterstehenden Eisenbahnwagen Gegenstände entnehmen kann.

Das bei den Versuchen verbrauchte Wasser wird in zwei Behältern gewogen, die abwechselnd gefüllt werden. Von diesen fliefst es einem dritten Behälter zu, aus dem es die Dampfstrahlpumpen ansaugen. Die so erhaltenen Gewichte werden mit den Angaben einer Wasseruhr verglichen, durch die alles Wasser fliefst.

Der Zugkraftmesser ist so gebaut, dafs eine Lokomotive, welche die gröfste Zugkraft ausübt, sich nicht mehr als 1 mm auf den Rollen nach vorwärts bewegen kann, wobei die Formänderung mit berücksichtigt ist. Die Kuppelungstange zwischen ihm und der Lokomotive hat ein Kugelgelenk, das Bewegungen der Lokomotive nach der Seite, sowie in senkrechter Richtung auf ihren Federn erlaubt. Um heftige Schwingungen des Schreibstiftes zu verhindern, ist eine Ölbremse angeordnet. Die Hauptwiderstände des Zugkraftmessers sind flache Federn, die durch die Bewegung von Hebeln Durchbiegungen erleiden. Von diesen Federn sind drei Sätze vorhanden, so dafs einem Ausschlage des Schreibstiftes von 203 mm ein Zug an der Kuppelungstange von 36240 kg, 18120 kg oder 7248 kg entspricht. Die ausgeübte Zugkraft wird fortlaufend während der ganzen Dauer des Versuches durch einen Schreibstift aufgezeichnet.

Die Kuppelungstange des Zugkraftmessers kann mittels eines Handrades in der Höhe um 305 mm verstellt werden, entsprechend der verschiedenen Höhe der Lokomotivzugkasten.

Der Rauch der Lokomotive wird durch einen beweglichen Rauchfang abgeführt, dessen unteres Ende Auszüge besitzt, so dafs es nach Bedarf niedrig oder hoch eingestellt wird. Der Schornstein ist mit einem Funkenfänger versehen, so dafs Funken und Flugasche bei den Versuchen gewogen werden können.

Wichtig sind auch die Vorrichtungen, mit Hülfe deren die Lokomotive auf die Tragrollen gebracht wird. Nachdem diese den Triebachsen entsprechend eingestellt sind, werden I-Eisen, die auf den Achsen der Tragrollen liegen und so lang sind, wie die Grube, seitlich an den Tragrollen befestigt. Diese Träger müssen an den Enden der Grube und dazwischen nach Bedarf unterstützt werden. Mit dem obern Flansche jedes Trägers ist eine Rillenschiene vernietet. Die Lokomotive läuft mit den Flanschen ihrer Triebräder in den Rillen auf ihren Platz, wobei die Laufflächen der Triebräder frei über die Tragrollen zu stehen kommen. Steht die Lokomotive richtig, so werden die I-Träger von den Tragrollen losgemacht und soweit verschoben, dafs sie nicht stören. Für Triebräder ohne Flanschen werden die Rillen durch passende Stücke aus gewalztem Stahle ausgefüllt.

P—g.

Die neue Lokomotiv- und Wagenwerkstätte in Collinwood, Ohio der Lake Shore und Michigan Südbahn.

(American Engineer and Railroad Journal 1902. S. 299, 335, 366 und 1903 S. 22, 41. 102. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 auf Tafel XXXIV, Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXXV und Abb. 1 und 2 auf Tafel XXXVI.

Die Lake Shore and Michigan Südbahn hat in Collinwood eine neue Werkstätte errichtet, die zur Unterhaltung von Lokomotiven, Personen- und Güterwagen und zur Anfertigung aller hierbei in Menge gebrauchten Teile dienen soll. Lokomotiven werden jährlich 350, Personenwagen 500 ausgebessert. Die Lokomotivabteilung ist reichlich grofs bemessen und kann bei gesteigertem Betriebe in einem Jahre bis 450 Lokomotiven wieder herstellen. Die Ausbesserungsarbeiten für Personenwagen sollen planmäfsig in neun Monaten des Jahres bewältigt werden, damit in den verkehrsreichsten drei Sommermonaten alle Wagen in Dienst gestellt werden können. Erforderlichen Falles können diese Arbeiten in etwas kürzerer Zeit ausgeführt und im ganzen dann 550 Wagen in neun Monaten unterhalten werden. In den drei Sommermonaten und zu Zeiten mangelnder Beschäftigung sollen Gepäck- und Postwagen für den eigenen Bedarf gebaut und Vorratstücke angefertigt werden.

Die Anordnung der Werkstätte zeigt Abb. 1, Taf. XXXIV. Die Gebäude sind gröfstenteils dem Arbeitsgange entsprechend angelegt, so dafs das Heranschaffen der Rohstoffe und Abbringen der bearbeiteten Teile möglichst leicht ist; sie stehen untereinander durch ein weitverzweigtes Netz von Rollbahngleisen in Verbindung. Auf die Möglichkeit leichter Erweiterung aller wichtigeren Werkstättenanlagen ist Bedacht genommen. In den Mittelpunkt der Werkstätten wurde zur Erzielung kurzer Leitungen für die Kraftverteilung das Kraftwerk gelegt. An dieses reiht sich in westlicher Richtung das von einer grofsen Ladebühne umgebene Hauptlager an. Von den formgebenden Werkstätten sind Gelbgiefserei, Bolzenwerkstätte, Feder- und Hauptschmiede und die für Wagenausbesserungsarbeiten bestimmte Dreherei in einem Gebäude von L-förmigem Grundrisse vereinigt. Ihm schliefsen sich auf der Ostseite eine Reihe gröfserer und kleinerer Lagerplätze für Eisen, Kohlen, Koks, Altbestände, ferner Vorratsräume der Gelbgiefserei und Aufstellgleise für Achssätze, auf der Westseite das stattliche Gebäude der Lokomotivwerkstätte an, in welchem Zusammenbau, Kesselschmiede, Tenderausbesserung und Lokomotivdreherei gemeinsam untergebracht sind. Der ganze Südteil des Werkhofes ist den zur Wagenabteilung gehörenden Werkstätten vorbehalten. Am östlichen Ende sind hier Holztrockenanlage, Holzschuppen und Sägerei errichtet. In westlicher Richtung folgen die in einem Gebäude vereinigten Werkstätten der Stellmacherei und Güterwagen-Ausbesserung, und weiterhin die Werkstätten für Personenwagen-Ausbesserung, Lackier- und Malerarbeiten, zwischen denen zwei versenkte, elektrisch betriebene Schiebebühnen von 22,86 ^{m} Länge liegen. Im äufsersten Westen des Baugeländes nahe den Hauptbahngleisen und dem Werkeingange liegt das Verwaltungsgebäude, das aufser der kaufmännischen und technischen Verwaltung eine chemische Prüfanstalt enthält. Wegen besonderer örtlicher Verhältnisse hat die Werkstätte auch eine Abwässerkläranlage erhalten, die am Nordrande des Werkhofes nahe der Lokomotivwerkstätte liegt. Die Reinigung der Abwässer findet nach dem biologischen Verfahren statt.

Vom Kraftwerke werden alle Teile der Anlage mit Kraft und Licht versorgt. Zur Kraftverteilung wird Elektrizität, Dampf und Prefsluft verwendet, von denen die letzteren zum Betriebe von Dampfhämmern, Heizungen und Prefsluftwerkzeugen dienen, während der übrige Bedarf an Betriebskraft von der elektrischen Anlage gedeckt wird. Die vom Kraftwerke eingenommene Grundfläche ist 25,9 ^{m} breit und 39,6 ^{m} lang. (Abb. 1, Taf. XXXIV.) Sie verteilt sich zu gleichen Teilen auf den Maschinenraum und die Kesselanlage. Für die Dampferzeugung sind sechs Wasserrohrkessel von je 561 qm Heizfläche und für 10 at Spannung in Gruppen zu zwei aufgestellt. Jede Gruppe hat einen besondern, im Kesselhause hochgeführten eisernen Schornstein von 1524 ^{mm} Durchmesser und 45,7 ^{m} Höhe. Die Kesselanlage ist mit selbsttätiger Aschen- und Kohlen-Fördereinrichtung und selbsttätiger Rostbeschickung versehen.

Die Kohlen werden ohne menschliche Arbeit von der an der Südostecke des Kesselhauses liegenden Entladestelle in die Beschickungs-Vorrichtungen der Kessel gebracht. Aus dem unter dem Zufuhrgleise liegenden Schüttrumpfe fallen sie zunächst auf eine kurze Förderbahn, welche sie dem im Kesselhauskeller aufgestellten Kohlenbrecher zuführt. Von hier aus gehen sie auf das Becherwerk der Hauptförderbahn über, um in den über dem Hauptbedienungsgange des Kesselhauses liegenden Kohlenvorratsraum gehoben zu werden, aus welchem sie durch eine Anzahl Speiserohre in die Beschickungstrichter der Feuerungen gelangen. Die Hauptförderanlage dient ebenfalls zum Fortschaffen der Verbrennungsrückstände. Die Asche wird von Hand aus den in Kellerhöhe liegenden Aschengruben in die hier entlang führende Becherkette geschüttet und nach dem im Südostteile des Kesselhauses neben dem Kohlenvorratsraume angelegten Aschenbehälter gebracht, aus welchem sie über eine Rutsche weiter verladen wird. Der Kohlenbrecher und die kurze Förderbahn werden gemeinsam von einer elektrischen Triebmaschine von 20 P.S., die Becherkette der Hauptförderanlage von einer solchen von 7,5 P.S. angetrieben.

Fünf Kessel haben eine selbsttätige Beschickungsvorrichtung, aus einer breiten, unten zurückkehrenden geschlossenen Rostkette bestehend, welche um zwei von einer Dampfmaschine angetriebene Trommeln läuft. Der obere Teil des Rostes wird von vorn nach hinten bewegt und am vordern Kesselende durch einen Schütttrichter aus dem darüber liegenden Kohlenvorratsraume beschickt. Der Vorschub wird so geregelt, dafs die Kohlen auf dem Wege zur hintern Trommel vollständig verbrennen und nur unverbrennliche Rückstände in die Aschengrube fallen. Kette und Trommeln ruhen in einem auf Schienen fahrbaren Gestelle, wodurch sie für Besichtigungen und Ausbesserungen leicht zugänglich bleiben. Ein Kessel hat einen festen Rost, damit auch Holzabfälle aus der Sägerei und Stellmacherei verbrannt werden können, welche dem Kesselhause durch eine Späneabsaugung zugeführt werden.

Der Abdampf aus dem Maschinenhause und den Werk-

stätten wird, soweit er nicht zur Heizung dient, in einem Speisewasser-Vorwärmer niedergeschlagen und nach Abscheidung des Öles von neuem zur Kesselspeisung verwendet, für welche zwei doppelt wirkende Dampfpumpen mit selbsttätiger Anstellvorrichtung vorgesehen sind.

Zur Maschinenausrüstung des Kraftwerkes gehören ein Verbund-Dampf-Stromerzeuger von 650 P.S., ein einzylindriger Dampf-Stromerzeuger von 150 P.S. und ein Luftpresser. Ein weiterer Luftpresser und ein zweiter Dampf-Stromerzeuger von 650 P.S. sollen später hinzugefügt werden. Der Luftpresser wird von einer unmittelbar gekuppelten Verbunddampfmaschine getrieben und saugt bei 100 Umdrehungen in der Minute 42 cbm Luft an. Der Druck in der Verteilungsleitung beträgt 7 at. Der Dampf-Stromerzeuger von 150 P.S. liefert Strom zur Nachtbeleuchtung, zum Ausgleiche zeitweiser Überlastungen der allgemeinen Beleuchtungsanlage und in allen Fällen, in welchen der Betrieb des gröfsern Stromerzeugers unwirtschaftlich erscheint. Stromerzeuger und Antrieb sind unmittelbar miteinander gekuppelt. Der Dampf-Stromerzeuger von 650 P.S. hat den Hauptstrombedarf zu decken. Er macht 136 Umläufe in der Minute und ändert die Zahl seiner Umdrehungen um $\pm$ 2 v. H. Die Dampfmaschine ist für Leistungen zwischen 520 und 750 P.S. gebaut und kann im Höchstfalle 860 P.S. entwickeln. Die beiden Stromerzeuger sind Doppelschlufsmaschinen mit verstärkter Hauptstromwicklung; der kleinere von ihnen leistet 75 K.W., der gröfsere, mit 12 Polen, 400 K.W.

Die Klemmenspannung schwankt zwischen 240 V. bei gewöhnlicher Belastung und 250 V. bei Vollbelastung. Der Strom wird durch eine Zweileiteranlage verteilt. Daneben ist zum Betriebe der mit Einzelantrieben versehenen Werkzeugmaschinen eine Vierleiteranlage ausgeführt, welche Strom von sechsfach verschiedener Spannung liefert (Abb. 5, Taf. XXXV). Die verschiedenen Spannungstufen dienen zur Änderung der Umlaufzahl der Antriebe und ersetzen die hierfür gebräuchlicheren Regelwiderstände, welche im vorliegenden Falle zur Vermeidung von Stromverlusten keine Anwendung fanden. Das Vierleiternetz liegt an den Klemmen dreier in Reihe geschalteter Stromerzeuger mit gemeinschaftlicher Ankerwelle, welche bei je 30 K.W. Leistung an ihren Klemmen eine Spannung von 40, 120 oder 80 V. erzeugen. Zwischen je zweien der vier Leiter stehen also je nach der gewählten Verbindung Spannungsunterschiede von 40, 80, 120, 160, 200 und 240 V. zur Verfügung.

Die vom Kraftwerke nach den Werkstätten führenden Rohrstränge und elektrischen Leitungen wurden gemeinschaftlich in unterirdischen, begehbaren Kanälen verlegt, welche in Beton mit eisenverstärkter Decke ausgeführt sind und zum Fernhalten der Bodenfeuchtigkeit auf ihrer Aufsenfläche eine Asphaltumkleidung erhielten.

Die Hauptschmiede arbeitet bei ihrer günstigen Lage zur Lokomotiv- und Wagen-Werkstätte für beide Abteilungen. Das in der Mitte des Gebäudes verlegte Gleis steht durch Anschlufsgleise mit den übrigen Werkstätten und den Lagerplätzen in bequemer Verbindung. Der nördliche Teil wird von der Federschmiede, der südliche von Schweifsöfen, Scheren, Loch- und Schmiedemaschinen eingenommen (Abb. 4, Taf. XXXV). Im Mittelteile sind eine Anzahl Dampfhämmer, Hämmer mit Riemenantrieb und 34 freistehende Feuer in Gruppen zu je vier aufgestellt. Die Rauchgase von den Feuern werden in einen unter dem Flure der Schmiede liegenden Sammelkanal geleitet, aus dem sie durch ein Gebläse abgesaugt werden. Mehrere Öfen in der Hauptschmiede, Bolzenwerkstätte und Federschmiede sind mit Ölfeuerung der Bauart Furguson versehen.

Unter den Werkstätten verdient die Lokomotivabteilung besondere Beachtung. Das Gebäude bedeckt eine Grundfläche von 160,2 m $\times$ 74,67 m (Abb. 1, Taf. XXXVI) und besteht aus drei langgestreckten Hallen, welche für Kesselschmiede und Tenderausbesserung, Dreherei und Zusammenbau bestimmt sind. Abb. 2, Taf. XXXVI zeigt den Gebäudequerschnitt mit Dachanordnung. Die Seitenwände sind in schwerem Eisenfachwerke gebaut und mit ungewöhnlich grofsen Fensterflächen versehen, welche 1,2 m über Flur beginnend mit einer kurzen Unterbrechung in Höhe der Deckenkräne bis unter das Dach hinaufreichen und die ganze Feldbreite zwischen den Bindern einnehmen. Auch in den die Mittelhalle begrenzenden Zwischenwänden sind durchlaufende Seitenlichter angeordnet. Die Säulen haben kastenförmige Gestalt, sind mit Beton verfüllt und stützen aufser dem Dache die Träger für die Laufkrangleise. Die Dächer der beiden äufseren Hallen sind mit Holz und Dachpappe, das der Mittelhalle mit Glas gedeckt. Zum Schutze gegen Einfrieren wurden die Abfallrohre der Wasserrinnen im Innern des Gebäudes herabgeführt.

Der Fufsboden besteht aus doppeltem auf Holzschwellen verlegtem Dielenbelage. Die Holzschwellen sind auf Kiesbettung verlegt und durch eine 10 cm starke Schicht aus feinem mit Asphalt vergossenem Steinschlage gegen Bodenfeuchtigkeit geschützt.

Der Lokomotiv-Aufstellungsraum enthält 24 Ausbesserungstände in 6,7 m Teilung. Die Arbeitsgruben sind 11,58 m lang und bis auf 3,66 m an die Aufsenwand des Gebäudes herangelegt. Zwischen den 23 m langen Standgleisen stehen Werkbänke und Eisengestelle, auf denen die abgenommenen Teile der Lokomotiven, darunter auch die Führerhäuser Platz finden. Das Versetzen der Lokomotiven, welche über das mittlere Quergleis und die vor der Nordseite des Gebäudes liegende Drehscheibe von 21,34 m Durchmesser ein- und ausgebracht werden, erfolgt durch einen Laufkran von 100 t Tragfähigkeit. Zum Abnehmen der Einzelteile, wie Dome und Führerhäuser, dient ein zweiter Laufkran von 10 t Tragfähigkeit, dessen Laufbahn 8 m über S.O. und 3,68 m unter dem Laufgleise des grofsen Kranes liegt. Um die Spannweite des grofsen Kranes unter Beibehaltung der langen Aufstellgleise tunlichst zu beschränken und um anderseits auch mit dem Laufkrane der Dreherei die Lokomotivachsen von den Arbeitsständen auf die Drehbänke und umgekehrt versetzen zu können, ist der nördliche Teil der Aufstellgleise in die Dreherei hineingelegt. Trotzdem hat sich für den grofsen Kran noch eine Spannweite von 19,96 m, für den kleinen Kran eine solche von 19,1 m ergeben.

Beide Kräne sind für Schnellbetrieb eingerichtet. Der

100 t-Kran hat zwei Laufkatzen und fünf Antriebe für 240 V. Spannung, von denen die Antriebe der Hebewerke und der Antrieb für den Längslauf des Krangerüstes je 45 P.S., die Antriebe für den Querlauf der Laufkatzen je 10 P.S. leisten. Bei Vollbelastung erzielt der Kran Geschwindigkeiten von 0,05 m/Sek. für Heben, 0,38 m/Sek. für Querlauf und 0,76 m/Sek. für Längslauf, die sich bei leerem Haken auf 0,13 m/Sek. für Heben, 0,5 m/Sek. für Querlauf und 1,0 m/Sek. für Längslauf steigern. Seine Hubhöhe von 10,7 m ist grofs genug, um eine Lokomotive über die anderen hinweg heben zu können. Der 10 t-Kran hat drei Antriebe und eine Hubhöhe von 7,9 m. Bei Vollast erreicht das Hebewerk eine Geschwindigkeit von 0,1 m/Sek., der Querlauf eine Geschwindigkeit von 0,63 m/Sek. und der Längslauf eine solche von 1,52 m/Sek., die bei unbelastetem Krane auf 0,25 m/Sek., 0,81 m/Sek. und 1,9 m/Sek. wachsen.

Das Anheizen der Lokomotiven findet in der Werkstätte auf den Aufstellgleisen statt. Zur Rauchabsaugung ist in der Längsrichtung des Raumes eine unter dem Südende der Arbeitsgruben durchlaufende Rauchrohrleitung von 457 mm Durchmesser verlegt, von welcher zwischen jeder zweiten und dritten Arbeitsgrube Zweigrohre bis in Flurhöhe hochgeführt sind. Die anzuheizende Lokomotive wird durch ein an ihren Schornstein anschliefsendes bewegliches Zwischenrohr mit dem nächstgelegenen Rauchrohr-Anschlusse verbunden, und der Rauch durch den am Ende der Rohrleitung in der Südostecke der Werkstätte aufgestellten Sauger abgesaugt.

Die Lokomotivdreherei ist im Verhältnisse zur Zahl der Arbeitstände im Lokomotiv-Aufstellungsraume mit auffallend vielen Werkzeugmaschinen ausgerüstet. Hiermit wird der Zweck verfolgt, den Arbeitsgang der Abteilung zu beschleunigen und in weiterer Folge die Arbeitstände des Aufstellungsraumes möglichst rasch frei zu bekommen. Die Arbeiten des Zusammenbaues der Lokomotiven sollen keine Stockungen erleiden, auch wenn die Zahl der gewöhnlich hiermit beschäftigten Arbeitskräfte zur Beschleunigung der Arbeiten einmal verstärkt werden würde. Der stattlichen Maschinenausrüstung entspricht die ausgedehnte Grundfläche der Dreherei, welche 30,48 m breit und 160,2 m lang ist. Der weite Raum wird in der Mitte durch eine Säulenreihe geteilt, welche aufser dem Dache den grofsen Laufkran der Dreherei stützt.

Zweckmäfsig sind die schweren Werkzeugmaschinen in dem dem Lokomotiv-Aufstellungsraume benachbarten Teile, die leichten in dem entferntern Raume aufgestellt. Die Entfernung der Abteilung für schwere Werkzeugmaschinen vom Lokomotiv-Aufstellungsraume beträgt von Mitte bis Mitte gemessen nur 18 m, so dafs die schweren Arbeitstücke recht kurze Wege zurückzulegen haben. Überdies sind die grofsen Achsendrehbänke und schweren Stofs- und Hobelmaschinen für Lokomotivrahmen zunächst dem Aufstellungsraume an dem lang durchlaufenden Werkstättengleise aufgestellt. Der Raum wird von einem elektrisch betriebenen Laufkrane von 7,5 t Tragfähigkeit und 14,2 m Spannweite bestrichen, welcher mit denselben Geschwindigkeiten, wie der 10 t-Kran des Lokomotiv-Aufstellungsraumes arbeitet.

In der Abteilung für leichte Werkzeugmaschinen stehen drei kleinere Laufkräne für Handbetrieb von je 1 t Tragfähigkeit und 5,43 m und 5,18 m Spannweite mit kurzem Längslaufe zur Bedienung einzelner Maschinengruppen zur Verfügung.

Kesselschmiede und Tenderausbesserung sind in der nördlichen Seitenhalle der Lokomotivwerkstätte vereinigt. Am Westende der Halle werden Heizrohre ausgebessert; der anschliefsende Raum bis zum mittlern Quergleise dient zur Herstellung der Tender, der übrige Teil ist der Kesselschmiede vorbehalten. Längs der Südseite der Halle und an beiden Enden stehen die erforderlichen Hülfsmaschinen, darunter ein feststehender Wasserdrucknieter, welcher mit dem zugehörigen Wasserspeicher die Nordostecke der Werkstätte einnimmt. Die Abteilung bedient ein Deckenlaufkran mit drei Antrieben von 30 t Tragfähigkeit, 22,7 m Spannweite und 10,5 m Hubhöhe, der ebenfalls für Schnellbetrieb gebaut ist. Der Kran erreicht unter voller Belastung Geschwindigkeiten von 0,07 m/Sek. für Heben, 0,56 m/Sek. für den Querlauf seiner beiden Laufkatzen und 1,27 m/Sek. für den Längslauf der Kranbrücke, welche bei leerem Haken auf 0,15 m/Sek., 0,76 m/Sek. und 1,52 m/Sek. wachsen.

Die Werkzeugmaschinen werden einzeln und in Gruppen angetrieben. In den von Laufkränen bestrichenen Räumen, in welchen Deckenvorgelege die freie Bewegung der Kräne hindern würden, sind durchgehend Einzelantriebe angewandt. Auch alle verteilt aufgestellten Maschinen und mit geringen Ausnahmen alle diejenigen Werkzeugmaschinen, welche einen Antrieb von 5 P.S. und darüber erfordern, haben eigenen Antrieb.

Von den Einzelantrieben stehen diejenigen, welche mit veränderlicher Geschwindigkeit getrieben werden, das heifst der bei weitem gröfste Teil, mit der Vierleiteranlage in Verbindung. Die mit gleichbleibender Umlaufzahl arbeitenden Antriebe werden dauernd aus dem Zweileiternetze versorgt. Zum Schutze gegen schädliche Stromstöfse sind in die Leitungen der Einzelantriebe Schmelzsicherungen und selbsttätige Stromunterbrecher eingeschaltet, während die Gruppenantriebe nur Schmelzsicherungen erhielten.

Die B e l e u c h t u n g der Räume erfolgt durch Bogenlampen und Glühlampen. Für die Allgemeinbeleuchtung sind Dauerbrandbogenlampen mit beschränktem Luftzutritte für 120 V. angewendet, welche zu je zweien hintereinander geschaltet sind. Zur Sonderbeleuchtung sind Glühlampen für 240 V. gewählt, welche einzeln in Nebeneinanderschaltung brennen. Jede Werkzeugmaschine ist mit einer Glühlampe ausgestattet. An den Werkbänken und in der Nähe der übrigen Arbeitsplätze sind Steckstromschlüsse für Lampen vorgesehen. Die Glühlampen zur Beleuchtung der mit Einzelantrieben versehenen Werkzeugmaschinen sind abweichend von der Schaltung der übrigen Lampen an die Speiseleitungen der Antriebe angeschlossen. Vom Lichtnetze werden auch fahrbare Antriebe für Bohrgeräte von 5 P.S. betrieben, für deren Anschlufs an jeder Säule der Werkstätte Steckstromschlüsse vorhanden sind.

Die Aborte liegen abweichend von der bisher in Werkstätten gebräuchlichen Anordnung zur bessern Beaufsichtigung

der Arbeiter im Innern des Gebäudes. Sie sind gemeinschaftlich mit den Wascheinrichtungen und der Kleiderablage in zwei langgestreckten Sonderbauten von 4,57 × 17,07 m Grundfläche untergebracht, welche in der Ost- und Westhälfte der Dreherei auf der der Kesselschmiede benachbarten Seite aufgeführt sind. Der untere Raum, dessen Fufsboden 1,07 m über Werkstättenflur liegt, ist 2,4 m hoch und enthält im Mittelteile in vier Reihen 72 Waschgefäfse und an den Enden je vier Aborte und einen Pifsstand. Die Aborte sind mit Wasserspülung und Lüftungsvorrichtungen, die Wascheinrichtungen mit Warmwasserversorgung ausgestattet. Auf dem darüber liegenden Boden, zu dem zwei aufsen liegende Treppen hinaufführen, sind in vier Reihen nebeneinander und zwei Reihen übereinander 224 verschliefsbare Kleiderbehälter von 1,07 m Höhe aufgestellt.

Die Werkstätte wird mit einer Heifsluftheizung erwärmt. Im Mittelpunkte der Ost- und Westhälfte des Gebäudes befinden sich ein Lufterhitzer mit Dampfheizung und ein Gebläse mit Dampfantrieb. Die Heizschlangen des Lufterhitzers werden mit Abdampf gespeist, welchem an sehr kalten Tagen zur Verstärkung der Heizwirkung noch Frischdampf zugegeben wird. Die im Lufterhitzer erwärmte Luft wird durch ein Gebläse von 5330 mm Durchmesser den unter dem Fufsboden liegenden Heizkanälen zugeführt und durch eine grofse Zahl an den Aufsenwänden des Gebäudes und der mittelsten Säulenreihe verteilt liegenden Austrittsöffnungen in die Werkstätte geleitet. Die gröfseren Heizkanäle sind in Beton, die kleineren aus Steingutröhren hergestellt. Die die Austrittsöffnungen enthaltenden Endrohre bestehen aus verzinktem Eisenbleche und sind zur Regelung der Heizwirkung mit Absperrklappen versehen.

Die ganze Anlage ist für alle Einzelheiten des Betriebes sorgfältig durchdacht angelegt und kann als ein Muster neuester amerikanischer Praxis angesehen werden. Der Ersatz der sonst üblichen Schiebebühne der Lokomotivwerkstätte durch den grofsen Laufkran verdient besonders hervorgehoben zu werden, findet sich aber in allen neueren amerikanischen Werkstätten und Lokomotiv-Bauanstalten. S – n.

Maschinen- und Wagenwesen.

Sechsachsige Mallet-Lokomotiven für die Baltimore und Ohio-Bahn.

(Railroad Gazette 1904, S. 401. Mit Zeichnung.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XXXI.

Die auf Taf. XXXI, Abb. 1 und 2 dargestellte Lokomotive ist von den Schenectady-Werken gebaut und hat bei ihren Probefahrten befriedigt. Sie ist die schwerste und stärkste bisher gebaute Lokomotive, für Dienst auf starken Steigungen bestimmt und soll Schiebelokomotiven, deren Verwendung jetzt dort nötig ist, entbehrlich machen.

Die Lokomotive hat sechs Achsen, die in Gruppen zu je dreien gekuppelt sind; die drei hinteren sind im Hauptrahmen, die drei vorderen in dem einstellbaren Gestelle gelagert. Die Kolben der Zylinder arbeiten auf die hinteren Achsen der beiden Gruppen.

Die Lokomotive ist für schweren Dienst auf Steigungen mit starken Krümmungen besonders geeignet. Durch den Bau solcher Lokomotiven will man die Anlage neuer Bahnlinien von gleicher Leistungsfähigkeit, wie die bestehenden ermöglichen, aber mit stärkeren Krümmungen und leichteren Schienen. Ferner will man damit für die bestehenden Bahnlinien kräftigere und sparsamer arbeitende Lokomotiven schaffen, ohne den Raddruck oder den Widerstand in Krümmungen zu erhöhen.

Die Hochdruckzylinder haben Kolbenschieber, die Niederdruckzylinder Flachschieber, beide sind mit Heusinger-Steuerung versehen.

Beide Steuerungen werden durch eine Stange vom Führerhause aus gemeinsam durch Prefsluft verstellt. Einstellung auf verschiedene Füllungsgrade in beiden Zylinderpaaren scheint nicht vorgesehen zu sein.

Das vordere bewegliche Rahmengestell hängt mit dem Hauptrahmen durch ein kräftiges Gelenk vor den Hochdruckzylindern zusammen. Der vordere Teil des Kessels ruht darauf mittels einer Kesselstütze, deren untere Gleitfläche gut geschmiert wird. Die Lokomotive hat zwei Sandkästen und zwei Luftpumpen.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinderdurchmesser, Hochdruck	d =	508 mm
« Niederdruck	d_1 =	813 «
Kolbenhub b		813 «
Triebraddurchmesser D		1422 «
Heizfläche H		440 qm
Rostfläche R		6,7 «
Dampfüberdruck p		16,45 at
Länge der Heizrohre		6400 mm
Äufserer Durchmesser der Heizrohre		57 «
Anzahl der Heizrohre		436
Kleinster Durchmesser des Langkessels		2080 mm
Triebachslast im Dienste G		151,7 t
Dienstgewicht G_1		151,7 t
Inhalt des Tenders: Wasserbehälter		31,8 cbm
Inhalt des Tenders: Kohlenraum		11,8 t
Verhältnis $H : R$		66
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht $H : G_1$		2,9 qm/t
Zugkraft, $Z = 0{,}45 \frac{d_1^2 h}{D} p$		28,000 kg
« für 1 qm Heizfläche $Z : H$		64 kg/qm
« « 1 t Dienstgewicht $Z : G_1$		184 kg/t
« « 1 t Triebachslast $Z : G$		184 «

P—g.

Selbsttätige Mittelbuffer-Klauenkuppelung, Bauart Scheib.*)

Hierzu Zeichnung Abb. 6 auf Tafel XXVI.

Die Kuppelung soll die Fehler der amerikanischen Mittelkuppelungen, insbesondere die schwere Auslösbarkeit bei gespannten Zügen oder beim Hinauffahren auf Ablaufberge ver-

*) D. R.-P. Nr. 149825.

meiden. Beim Auseinanderfahren der Fahrzeuge entriegelt sich auch der nichtentriegelte Kuppelkopf selbsttätig, auch öffnet sich die Klaue von selbst.

Wie Abb. 6, Taf. XXVI zeigt, ist in dem Kuppelkopfe eine Achse g drehbar gelagert, die mit einem Taster f und einem, eine senkrecht drehbare Sperrfalle darstellenden Hebel e versehen ist. Sperrfalle e und Taster f sind so zu einander versetzt, dafs, wenn erstere sich in der wagerechten Sperrstellung befindet, der letztere schräg nach aufwärts steht. Zwischen Sperrfalle und Taster sitzt lose auf der Welle g ein auf- und abbewegliches, als Auswerfer für die Klaue e dienendes Fallstück h. Dieses liegt bei verriegelter Stellung auf dem nach der einen Seite abgeschrägten Ende der Klaue c, dem Klauenschwanze d, und drückt letztern, sobald die Klaue entriegelt ist, durch sein Gewicht auf die schräge Gleitfläche nach aufsen. Sind die Sperrfalle e und der Taster f sich selbst überlassen, befinden sie sich also in ihrer tiefsten Lage, so kann sich der Klauenschwanz d über die Sperrfalle e hinweg in die Offenstellung bewegen. Die Klaue c ist also in diesem Falle nicht gesperrt. Ebenso ist das Klauenende d freigegeben, wenn die Sperrfalle e in die andere Endstellung gehoben wird. Eine Sperrung der Klaue kann nur in der Mittelstellung der Sperrfalle erfolgen.

Bei Zusammenstofsen der Fahrzeuge wird der schräg nach oben stehende Taster f von dem Auge der Klaue des gegenüberliegenden Kuppelkopfes nach oben gedreht und in dieser Stellung gehalten, wobei sich gleichzeitig die Sperrfalle e in die Mittellage bewegt, und so vor den Klauenschwanz zu stehen kommt und letztern sperrt. Die Sperrfalle e ist an der Unterkante mit einer schrägen Gleitfläche versehen, so dafs sie von dem Klauenende gehoben wird, um dann in die Mittellage zurückzufallen.

Beim Einschwingen der Klaue wird durch die schräge Gleitfläche des Schwanzes das Fallstück h ebenfalls gehoben, welches dann auf dem Klauenende d bis zur Auslösung der Kuppelung liegen bleibt. Zwecks sichern Zurückdrückens des Tasters f bei ungleicher Höhenlage beider Kuppelköpfe kann der Kopf des Bolzens b entsprechend hochgehalten sein, so dafs er gewissermafsen eine Fortsetzung des Auges an dem Kuppelgehäuse bildet.

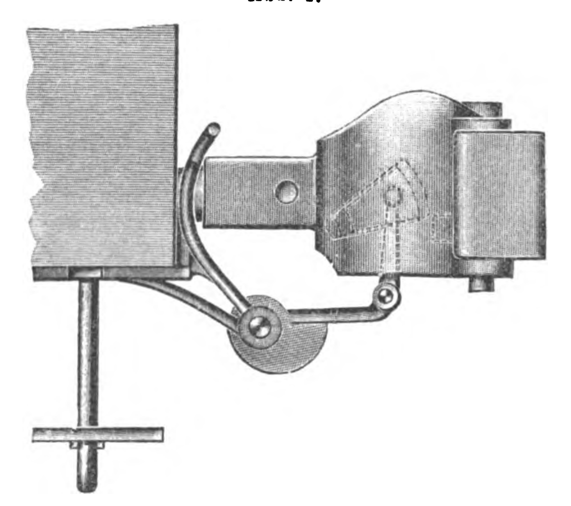
Wird die Sperrfalle eines Kuppelkopfes mittels der nachstehend beschriebenen Auslösevorrichtung angehoben, also die Kuppelung gelöst, so können die Wagen auseinander gefahren werden. Durch das Auseinanderfahren wird der Taster des nicht gelösten Kuppelkopfes frei und bewegt sich ebenfalls durch seine Schwere mit der Sperrfalle nach abwärts, nimmt also seine tiefste Stellung ein, die Klaue ist somit entriegelt, der Bewegung des Klauenendes steht kein Hindernis mehr entgegen. Nun kommt das Fallstück h zur Wirkung und drückt mit seinem Gewichte auf die Gleitfläche des Klauenschwanzes und dreht diesen und die Klaue in die Offenstellung. Beide Kuppelungen sind sonach entriegelt, haben geöffnete Klauen und sind wieder gebrauchsfertig.

Die Auslösevorrichtung besteht aus der am Wagen drehbar gelagerten, an beiden Enden mit Kurbeln versehenen Querwelle o, auf der in der Mitte der Mitnehmer n sitzt. In diesem Mitnehmer n bewegt sich lose der Hebel m, welcher durch ein Gelenk l mit der Sperrfalle e verbunden ist. Der Mitnehmer n ist so geformt, dafs sich der in ihm gelagerte Hebel m beim Auseinanderbewegen der Kuppelung ungehindert nach abwärts drehen kann, während er beim Hochschwingen an den vollen Teil des Mitnehmers anschlägt, wodurch eine Sicherung gegen etwaiges Hochschnellen der Sperrfalle geschaffen ist. Beim Auslösen der Sperrfalle wird die Welle o mittels einer der Kurbeln um 180° gedreht, wobei der Anschlag s des Mitnehmers n den Hebel m in die Höhe schlägt und dadurch die Sperrfalle in eine ihrer Endstellungen hebt, was zur Folge hat, dafs der Klauenschwanz frei wird und die Kuppelungshälfte geöffnet ist.

Zwecks Feststellung des Verschlusses einer Kuppelung, die beim Verschieben oder Abstofsen der Wagen erforderlich ist, läfst man die Kurbel in der um 180° gedrehten Stellung.

Textabb. 1 zeigt die Auslösevorrichtung mit von Hand

Abb. 1.



entriegelter Klaue und zum Verschiebedienste festgelegtem Verschlusse.

Ausgeführt wird die Kuppelung von der »Deutschen Waggon-Kuppelungsgesellschaft in Kaiserslautern«. —k.

Der „Pedrail“, eine mit Füfsen versehene Lokomotive.

(Monthly consular reports Vol. LXXIV, 1904, März, S. 614. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Tafel XXVI.

Der Grundgedanke der Erfindung beruht auf dem Verfahren, schwere Balken auf die Weise von einer Stelle zur andern zu schieben, dafs man Böcke benutzt, die oben Rollen tragen, auf denen die Balken hin- und hergeschoben werden können, und diese Stützböcke von Zeit zu Zeit versetzt. Nur sind beim »Pedrail« die Füfse und die Räder, die sie tragen, am sich bewegenden Wagen selbst befestigt, sodafs jeder »Fufs« nach dem Übergange der Schiene selbsttätig um eine Achse herumgeführt wird und wieder an seinen Platz gelangt, um das Gewicht der gleitenden Schiene wieder zu tragen.

Wie Abb. 7, Taf. XXVI zeigt, sind die Räder eines gewöhnlichen Kraftwagens durch umlaufende Kreisrahmen ersetzt, die nach dem Mittelpunkte verschiebliche Speichen tragen. Jede Speiche trägt am äufsern Ende einen runden Fufs, auf der

Speiche selbst befindet sich etwas über dem Fufse eine Rolle. In Verbindung mit jedem solcher Speichenrahmen trägt jede Seite des Kraftwagens ein sich auf die grade unten befindlichen Rollen stützendes Gestell. Wenn sich die Achsen umdrehen, werden die Speichen um die Achse herumgeführt, und die Füfse gelangen der Reihe nach auf den Boden. Auf diese Weise wird die Maschine der Reihe nach von denjenigen Füfsen gestützt, die sich am Boden befinden.

Der »Pedrail« kann auch als aus zwei Hauptteilen bestehend betrachtet werden, von denen der eine ein an der Achsbüchse befestigtes Gleis ist und sich nicht umdreht, der andere ein kreisförmiger Kasten, der derart gleitende Speichen, Rollen und Füfse trägt, dafs die Rollen und Füfse der Reihe nach auf den Boden gelangen, während das Gleis über diesen hingleitet.

Die Lokomotive trägt einen Kran von 4 t Tragfähigkeit, sodafs sie schwere Waren, Erz oder landwirtschaftliche Erzeugnisse heben und befördern kann. Bei Versuchen, die bei Stoke-on-Trent angestellt wurden, überwand die Lokomotive einen steilen Hügel, ging über grofse, ihr in den Weg gelegte Steine hinweg, ohne sie zu zerdrücken, ferner über 75 bis 150 ^{mm} starke Bretter und endlich über einen 225 ^{mm} starken Balken. Sie fuhr auch sicher über weichen Boden, der Radspuren von 20 bis 25 cm Tiefe zeigte.

Bei einem andern Versuche in Lincoln, wo der ungeschickte Führer die Lokomotive fast umwarf, hat sie sich ohne Hülfe herausgearbeitet.

Auf die Landstrafsen wirkt die Lokomotive nicht nur nicht schädlich, sondern ihrer rammenden Wirkung wegen nützlich ein.

Der »Pedrail« kann nicht nur vorteilhaft für das Frachtschleppen auf gewöhnlichen Landstrafsen verwendet werden, sondern auch für das Schleppen von schweren Lasten auf schlechten Wegen und selbst da, wo es gar keine Wege gibt, etwa beim Schleppen von Erz aus neuen Bergwerken und von schwerem Holze aus weglosen Wäldern; sie würde auch für militärische Zwecke mit Vorteil benutzt werden können.

Frahm's Ferngeschwindigkeitsmesser.*)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 bis 17 auf Tafel XXVII.

Der Frahm'sche Geschwindigkeitsmesser beruht auf der Eigenschaft elastischer Körper, in starke Schwingungen zu geraten, wenn sie von aufsen her regelmäfsige Anstöfse empfangen, deren Schwingungsdauer mit derjenigen ihrer Eigenschwingung zusammenfällt.

Abb. 9, Taf. XXVII zeigt den Teil in natürlicher Gröfse, auf dem der Geschwindigkeitsmesser beruht. Er besteht aus einer Feder von bestem Uhrfederstahle oder einem andern elastischen Stoffe, die für die gewöhnlichen Verwendungszwecke eine Dicke von 0,25 ^{mm}, eine Breite von 3,0 ^{mm} und eine Länge von etwa 40 bis 55 ^{mm} hat; diese Abmessungen gestatten eine handliche Ausführung des Geschwindigkeitsmessers und genügen für die meisten Fälle, sie können aber für bestimmte Zwecke beliebig verkleinert oder vergröfsert werden.

Die Feder sitzt im Schlitze eines kleinen vierkantigen Schuhes, mit dem sie durch Nietung und Lötung dauerhaft verbunden ist. An ihrem obern Ende ist sie auf eine Länge von etwa 4 ^{mm} rechtwinkelig umgebogen und das umgebogene Ende, der Kopf, ist mit weifser Emailfarbe überzogen, um weithin sichtbar zu sein. In dem Winkel, den der Kopf mit dem Schafte der Feder bildet, wird ein Tropfen Lötzinn befestigt.

Die Schwingungszahl einer solchen Feder hängt, da zu deren Herstellung ein Stoff von möglichst gleichmäfsiger Beschaffenheit und Dicke genommen wird, hauptsächlich von der Länge ihres frei schwingenden Teiles und der Belastung am Kopfende ab. Indem man daher Federn, deren schwingender Teil zwischen 40 und 50 ^{mm} lang ist, verwendet und diese am Kopfe mit mehr oder weniger Lötzinn versieht, kann man jede beliebige Schwingungszahl, etwa in den Grenzen von 35 bis 100 in der Sekunde oder 2000 bis 6000 in der Minute herstellen.

Eine Anzahl solcher, nach irgend einer beliebigen Stufenleiter abgestimmter Federn wird nach Abb. 10 und 11, Taf. XXVII mit 1 ^{mm} Lichtabstand auf einen Steg aus vierkantigem Eisen oder Messing von $6{,}5 \times 6{,}5$ ^{mm} Querschnitt der Reihe nach aufgeschraubt. So entsteht ein Kamm, dessen Zinkenzahl in den meisten Fällen mit 25 bis 50, unter Umständen sogar mit 3 bis 5 genügt.

Dieser Kamm ist auf zwei dünnen Blattfedern, den Brücken, befestigt, die, auf Pfeiler geschraubt dem Stege eine kleine pendelnde Bewegung rechtwinkelig zu seiner Längenachse gestatten. Bei Verwendung einer sehr kleinen Anzahl von Federn genügt eine solche Brücke, die unter Umständen sogar nur an einer Seite eingespannt zu sein braucht, und für gewisse Fälle ist selbst diese elastische Unterlage nicht erforderlich, der Kamm sitzt unmittelbar auf der Stelle auf, wo man eine Schwingungszahl ermitteln will.

Dieser Kamm kann nun in verschiedener Weise in Schwingung versetzt werden.

Am einfachsten ist es, ihn je nach den Umständen mit oder ohne Brücke unmittelbar an dem Gestelle der Maschine anzubringen, deren Geschwindigkeit gemessen werden soll.

Die Erschütterungen, welche die Gestelle aller laufenden Maschinen erleiden, reichen in vielen Fällen aus, die entsprechenden Federn eines mit dem Maschinengestelle verbundenen Kammes in Schwingung zu versetzen; die Schwingungsweite kann je nach der Lage des Schwerpunktes 2 bis 30 ^{mm} und darüber betragen.

Wenn man dagegen auf gröfsere Entfernung hin ablesen will, genügt eine so kleine Schwingungsweite nicht; dann sind Ausschläge von 20 bis 30 ^{mm} erforderlich, und für diese ist dann meistens, aufser bei schlecht gebauten oder bei ausgelaufenen Maschinen, eine besondere Erregung des die Federn tragenden Kammes erforderlich, die durch ein Daumenrad bewirkt wird.

Man setzt beispielsweise auf eine Welle, deren Umdrehungszahl gemessen werden soll, eine Scheibe mit einer Anzahl Erhöhungen und Vertiefungen und läfst gegen sie einen Hebel schleifen, der dadurch in Schwingungen versetzt wird. Diese Schwingungen kann man nun auf einen Kamm übertragen, indem man ihn entweder unmittelbar auf diesen Hebel aufsetzt, oder mit ihm durch einen Stab, einen Draht oder eine Schnur verbindet

*) D. R. P. 134712.

Die Abb. 12 bis 14, Taf. XXVII zeigen die drei verschiedenen Ausführungsformen dieser Erregungsweise, bei deren Anwendung man die Schwingungen bis auf etwa 10 m Entfernung übertragen kann.

Um jedoch die Umlaufgeschwindigkeit einer Maschine in jeder beliebigen Entfernung von ihrem Standorte zu ermitteln, bedient man sich der elektrischen Übertragung in folgender Weise:

An dem Stege eines Kammes (Abb. 15 und 16, Taf. XXVII) wird gleichgerichtet mit den Federn ein Stück Weicheisen in Form eines Flachstabes befestigt, das den Anker eines Magneten bildet, dessen Polschuhe mit Drahtspulen versehen sind. Geht nun durch diese Spulen ein Wechselstrom, so wird das magnetische Moment abwechselnd vermehrt und vermindert, der Anker abwechselnd mehr oder weniger angezogen und der Kamm dadurch in regelmäfsige Schwingungen versetzt; genau wie bei den bisher geschilderten Anordnungen werden alle Federn gleichzeitig an ihren Wurzeln erschüttert, und diejenige Feder, deren Eigenschwingungszahl mit der Erregungszahl annähernd übereinstimmt, gerät in starke Schwingung, deren Weite von dem höhern oder geringern Grade der Übereinstimmung der Schwingungszahlen abhängt.

Soll beispielsweise die Umlaufzahl eines Wechselstromerzeugers bestimmt werden, so schliefst man diese Magnetspulen unter Einschaltung eines entsprechenden Widerstandes an einer ganz beliebigen Stelle an das Leitungsnetz an und liest nun, da die Polwechsel ein ganzes Vielfaches der Umlaufzahlen sind, an der Vorrichtung sowohl diese wie jene unmittelbar ab.

Soll aber die Umlaufgeschwindigkeit einer beliebigen andern Maschine, die nicht zugleich Wechselstrom erzeugt, gemessen werden, bedient man sich eines besondern Wechselstromerzeugers, der von dieser Maschine angetrieben wird, und einer besondern Leitung.

Ein solcher Wechselstromerzeuger einfachster Form (Abb. 17, Taf. XXVII) besteht aus einer gezahnten Weicheisenscheibe, die vor den Polschuhen eines mit einer Wickelung versehenen dauernd erregten Magneten umläuft. Entweder setzt man diese Erregerscheibe unmittelbar auf die Welle, deren Umlaufgeschwindigkeit gemessen werden soll, oder man baut sie mit dem Magneten zu einer besondern Vorrichtung zusammen, die dann von jener Welle aus durch einen Riemen angetrieben wird. —k.

Lokomotivkessel.

(Master Mechanic's Association, Juni 1903*).

Hierzu Zeichnungen Abb. 16 bis 19 auf Tafel XXVIII.

Die neueren amerikanischen Lokomotivkessel übertreffen ebenso wie die Lokomotiven selbst durch ihre ständig zunehmenden Gröfsenverhältnisse die europäischen Ausführungen. Das Kesselgewicht ist beispielsweise bei den 5/6 gekuppelten Güterzuglokomotiven der Atchison-Topeka- und Santa Fé-Bahn**) bereits auf 30 t gestiegen, während die schwersten Kessel der preufsischen Staatsbahnen einschliefslich Ausrüstung nur 15 t wiegen.

*) Organ 1901, S. 35; 1902, S. 87; 1904, S. 174 bis 176; 1905, S. 61 und 85.

**) Organ 1902, S. 207.

Abb. 17, Taf. XXVIII zeigt einen Kessel für 3/6 gekuppelte Schnellzuglokomotiven der Nord-Pacificbahn von 290 qm äufserer Heizfläche und 4,4 qm Rostfläche, der als Muster der heutigen amerikanischen Bauart für Kohlenfeuerung gelten kann.

Für Kessel bis etwa 200 qm Heizfläche brachte man vielfach die erforderliche Rostfläche noch in der alten schmalen, zwischen den Rahmen liegenden, oder der etwas breitern auf die Rahmen gestellten Feuerkiste unter; bei den gröfseren Heizflächen, wie bei Anthrazitfeuerung, ging man schon früher zu der breiten, über die Räder hinausreichenden Feuerkiste über. Diese findet zunehmende Verbreitung, da sich die befürchteten Nachteile nicht eingestellt haben. Wenn auch die breiten Feuerbüchsen bei Stillstand der Lokomotive angeblich mehr Kohle verbrauchen, als die schmalen, so ist doch die Bedienung wesentlich leichter. Bei gewöhnlicher Kohle kann ein Heizer Rostflächen bis etwa 4,5 qm, bei Anthrazit bis 8 qm, also bis etwa 300 qm Heizfläche bedienen. Vereinzelt werden für grofse Kessel selbsttätige Feuerungen, Bauart Kincaid oder Stevens versucht.

Die breite Feuerkiste bietet allerdings für die Lokomotive einige bauliche Schwierigkeiten, da sie wegen der für Kohlenfeuerung erforderlichen Tiefe bei Personen- und Schnellzuglokomotiven nur hinter den Triebrädern und nur bei Güterzuglokomotiven darüber angeordnet werden kann. Der Schwerpunkt des Kessels fällt daher unter Umständen ziemlich weit nach hinten. Zur Erzielung der gewünschten Gewichtsverteilung wird daher vielfach die Stiefelknechtplatte, der untere Teil der Rohrwand und die Hinterwand des Feuerbüchsmantels schräg gelegt. Bei den bisherigen deutschen Ausführungen breiter Feuerbüchsen ist man meist mit ganz geringer Schräglage der Stiefelknechtplatte und senkrechter Hinterwand ausgekommen. Eine bemerkenswerte Verbindung von breiter und schmaler Feuerbüchse ist kürzlich an 4/6 gekuppelten Güterzuglokomotiven für 1067 mm Spur der Kapbahnen nach Vorschlag des Oberingenieurs Beatty ausgeführt worden. Die Feuerbüchse liegt, wie Abb. 18, Taf. XXVIII zeigt, vorn zwischen den Rädern auf dem Barrenrahmen und verbreitert sich nach hinten, sodafs sie über das vorletzte und letzte Räderpaar hinübergreift.

Die Feuerbüchsdecke der amerikanischen Kessel wird meist nach einem Korbbogen gewölbt und erhält aufserdem Gefälle nach hinten. Diese Anordnung bezweckt Verhütung des gleichzeitigen Durchglühens der ganzen Decke bei zu niedrigem Wasserstande und der dadurch verursachten heftigen Explosionen. Bei sinkendem Wasserstande wird zunächst nur ein Teil der Decke erglühen und das Abstreifen einiger Deckenanker meist ungefährliche Brüche verursachen. Die Deckenanker werden meist rechtwinkelig zur Feuerbüchsdecke eingezogen und am untern Ende nur vernietet, während in Deutschland bei flachen Decken und senkrechten Ankern in der Feuerbüchse meist offene Muttern angebracht werden, die eine gute Sicherung gegen das Abstreifen der Decke bei Erglühen bilden.

Die Feuerkisten bestehen stets aus weichem Flufseisen; die Decke wird meist 9,5 bis 11 mm stark genommen, die Seitenwände bestehen oft nicht aus einem Stücke mit der Decke und weisen 8 bis 11 mm, die Rohrwände 12,7 bis 16 mm

Stärke auf. Es wird übrigens viel über die geringe Dauer dieser eisernen Feuerkisten geklagt, insbesondere über Risse in den Seitenwänden, die bisweilen schon nach dreimonatigem Gebrauche auftreten. Über sieben Jahre halten die eisernen Feuerkisten selten. Allerdings werden die Feuerkisten bei der viel lebhaftern Verbrennung*) auch stärker beansprucht, als hier.

Die Stehbolzen bestehen durchweg aus Eisen. Mehrfach hat man bewegliche Stehbolzen versucht und zwar dann meist für die oberen und äufseren seitlichen Reihen, sowie in der Stiefelknechtplatte. Über ihre Notwendigkeit und Zweckmäfsigkeit sind die Ansichten noch geteilt. Einzelne Bahnen haben die beweglichen Stehbolzen wieder aufgegeben. In Europa machte man mehrfach die oberen Stehbolzenreihen aus Manganbronze, einigen Eingang haben in England und Frankreich die aufgeschlitzten Stoneschen Stehbolzen gefunden. Auf der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn und auf den dänischen Staatsbahnen sind neuerdings bewegliche verkürzbare Stehbolzen**) in Gebrauch, die recht zweckmäfsig erscheinen.

Die Stehbolzen gehen oben in die Deckenanker über, da bei der Bauart der Feuerbüchsen eine einigermafsen rechtwinkelige Stellung aller Stehbolzen und Deckenanker möglich ist. Daher fehlen in den amerikanischen Kesseln auch die bei uns üblichen wagerechten Queranker, die bei nicht richtiger Anordnung erhebliche Nebenspannungen in den Mantelblechen hervorrufen und zu Brüchen führen können.***)

Den Feuerbüchsmantel, dessen Stärke selten 14,3 mm übersteigt, macht man in Amerika vielfach aus einer einzigen Tafel, was sehr zweckmäfsig erscheint, da die gewöhnlich überlappte Naht zwischen Decke und Seitenwänden zweifellos weitere Nebenspannungen in die Mäntel bringt. Bei Teilung des Mantels erfolgt die Verbindung bisweilen durch doppelte Laschennietung. In Europa bestehen die Feuerbüchsmäntel selten aus einem Stücke†), da man die Stärke der Decke wegen der Dichtung der seitlichen senkrechten Deckenanker nicht gern unter 20 mm wählt. Eine recht zweckmäfsige Ausführung mit ungeteiltem Mantel zeigen die 2/4 gekuppelten Schnellzuglokomotiven der Dänischen Staatsbahnen††).

*) Man fährt in Amerika mit Verbrennungen bis zu 1000 kg Kohle für 1 qm Rostfläche und Stunde, während hier 500 kg selten erreicht werden. Eine Bahnverwaltung hat versuchsweise durch die Seitenwände des Feuerbüchsmantels mit Ventilen versehene Röhrchen durchgesenkt und der Feuerbüchswand bis auf 3 mm genähert. Beim Öffnen der Ventile während angestrengten Arbeitens der Lokomotive erschien nur überhitzter Dampf, ein Zeichen, dafs die Feuerbüchswände hierbei überhaupt nur vom Dampfe bespült wurden. Unter solchen Umständen werden sie leicht so hohe Wärme annehmen können, dafs die Zerstörung, insbesondere Verbrennen auf der Innenseite erfolgen kann.

**) Organ 1903, S. 116.

***) Glasers Annalen 1903, II, S. 120.

†) Die preufsischen Staatsbahnen beabsichtigen übrigens wegen ungünstiger Erfahrungen mit den bisherigen Verankerungen der Güterzuglokomotivkessel 18 mm starke Mäntel aus einem Stücke mit gewölbter Feuerbüchsdecke und rechtwinkelig gestellten Stehbolzen zu versuchen.

††) Organ 1903, S. 117, Abb. 3.

Um die seitlichen Deckenanker in dem nur 14 mm starken Mantel dichten zu können, ist dort eine Längslasche von 140 × 14 mm aufgenietet.

Der Bodenring erhält in Amerika, wie hier, meist zweireihige Nietung. Vielfache Undichtigkeiten in den Ecken schiebt man darauf, dafs die Platten beim Einfassen in den Ring nicht ausgeschärft wurden. In Deutschland hat die Erfahrung gezeigt, dafs sich trotz der stets üblich gewesenen Ausschärfung auch bei sachgemäfser Ausführung Undichtigkeiten in den Ecken einstellen. Mit Erfolg wurden diese durch Anfügung eines Lappens von etwa 65 mm Höhe und 30 mm Stärke an den Ecken des Bodenringes und Vernietung desselben mit dem Feuerbüchsmantel in einer dritten Nietreihe nach Abb. 16, Taf. XXVIII bekämpft.

Der Lappen wird nicht angeschweifst, die betreffenden Ringstücke werden vielmehr aus dementsprechend grofsen Querschnitten ausgeschmiedet. Diese Ausführung ist, zumal auch die Bleche des Mantels gröfser genommen werden müssen und schwieriger zu bearbeiten sind, entsprechend kostspielig, macht sich jedoch durch den Fortfall der äufserst lästigen Bodenringausbesserungen gut bezahlt.

Die Flanschung für die Feuertürlöcher wird meist nach der auch hier fast allgemein üblichen Webbschen Art, oder so ausgeführt, dafs die äufsere Wand nach innen und die innere nach aufsen geflanscht wird. Volle Ringe werden in Amerika selten verwendet.

Bei breiten Feuerbüchsen wurden bisher meist zwei Feuertüren angewendet, doch ziehen viele amerikanische Bahnen jetzt eine Tür vor, da sie wegen ungenügender Wasserbewegung und daraus folgender starker Kesselsteinablagerung in dem Raume zwischen und unter den Türen vielfach Anbrüche in den Blechen gehabt haben. Hier sind bisher breite Büchsen meist mit zwei Türen versehen worden. Die 2/5 gekuppelten badischen Schnellzuglokomotiven haben nur eine allerdings 650 mm Feuertüröffnung, die jedoch mit drei Klappen versehen ist*). So lange sich bei zwei Feuertüren nicht die oben erwähnten Übelstände ergeben, verdient jedenfalls die Anordnung getrennter Feueröffnungen wegen der regelmäfsigern und leichtern Beschickung des Rostes, namentlich der Ecken, den Vorzug.

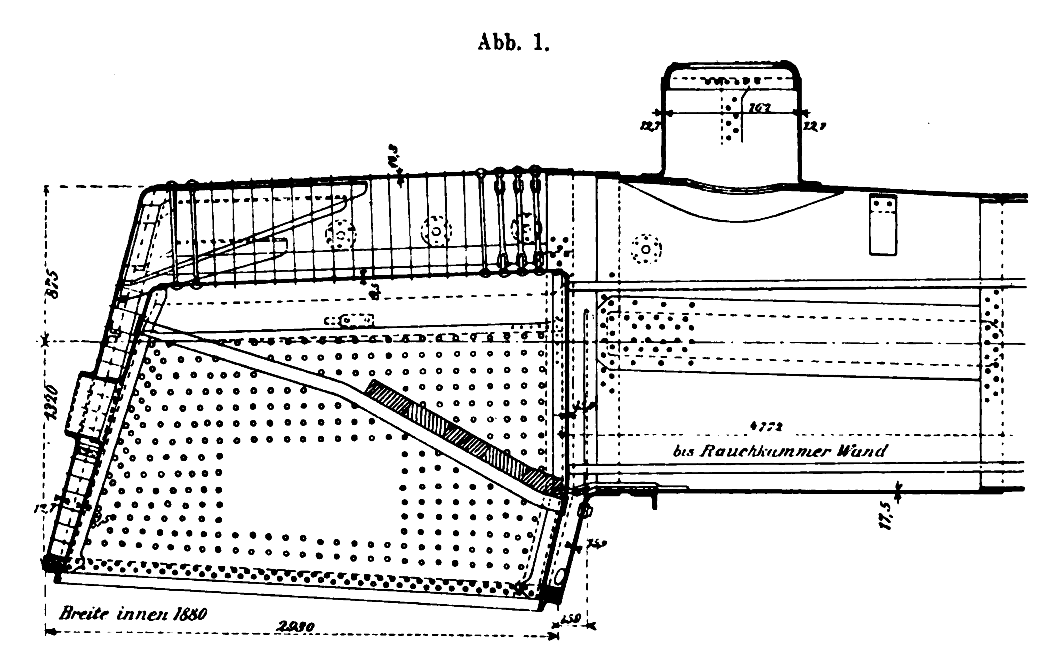
Feuerschirme werden auch in Amerika als zweckmäfsig anerkannt und besonders bei tiefen Feuerbüchsen verwendet. Die Stützung erfolgt, wenn das Speisewasser gut ist, auf Wasserröhren nach Textabb. 1, sonst, wie hier allgemein üblich, auf Knaggen an der Seite der Feuerbüchse. Für breite Feuerbüchsen ist meist nur erstere Anordnung anwendbar, da die nötige Höhe für den Pfeil eines so breiten Gewölbes fehlt. Eine Stützung auf Rohrenden, die durch Luft gekühlt werden nach Abb. 19, Taf. XXVIII, ist bei den 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven der Preufsischen Staatsbahnen versuchsweise in Gebrauch. Der mittlere Schlufsstein ist nötig, da die Seitensteine sonst nicht eingebracht werden können. Der Bolzen soll nur Abkippen des Feuerschirms verhüten.

*) Organ 1903, S. 17 und 38.

Die Nietung der Kessellängsnähte wird in Amerika meist als sechsreihige doppelte Laschennietung mit schmälerer Aufsenlasche, die Verbindung des Langkessels mit der Stiefelknechtplatte meist als dreireihige Überlappungsnietung ausgeführt. Hier begnügt man sich meist mit vierreihiger Laschennietung und zweireihiger Überlappungsnietung. Eine Ausnahme machen die badischen 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven, die bei 1600 mm Kesseldurchmesser und 16 at Dampfspannung sechsreihige Laschennietung erhielten, um mit 17 mm Blechstärke auskommen zu können. Die äufsere Lasche fafst dabei nur vier Nietreihen, die innere ist entsprechend der weitern Nietteilung der äufseren Reihen gezackt, um ein sichereres Stemmen zu ermöglichen.

M—n.

Abb. 1.



Signalwesen.

Natalis' Signalanlagen und Weichensicherungen der Schwebebahn Barmen-Vohwinkel.*)

(Dingler's politechnisches Journal 1902, S. 138, 155.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXV und Abb. 1 bis 3 auf Tafel XXXIII.

3. Zwischenbahnhof Zoologischer Garten.

Unter den aufsergewöhnlichen Signalanlagen der Schwebebahn ist die an der Rückkehrschleife im Zwischenbahnhofe Zoologischer Garten die schwierigste und wichtigste. Hier müssen nicht allein Weichen von besetzten Zügen benutzt werden, sondern die Rückkehrschleife mit nur 8 m Halbmesser unterhalb der beiden durchlaufenden Gleise der Hauptstrecke, und die zur Vermeidung der Unterbrechung der letzteren als Kletterweichen ausgeführten Ausweichen I und II mit anschliefsendem Gefälle von 45,3 $^0/_{00}$ müssen besonders vorsichtig befahren werden. Das Stellen dieser Weichen geschieht elektrisch durch eine den Fahrschaltern der Strafsenbahnen ähnliche Schaltvorrichtung, einen Umkehranlasser, welcher mittels Zahnrad und Zahnstange durch Hebel W_1 oder W_2 im Stellwerke den Weichenantrieb in Bewegung setzt und für Rechts- oder Linkslauf schaltet. Die Weichenstellhebel W_1 und W_2 müssen nach jeder Benutzung in ihre Mittelstellung zurückgeführt werden; betriebsfähig werden die Weichen immer erst durch Umlegen eines zugehörigen Weichenriegelhebels R_1 oder R_2, welcher zugleich die Stromübergänge zur Einschaltung des als zweifarbiges Lichtsignal mit grün oder rot ausgeführten Weichensignales steuert und die Weiche in ihrer richtigen Endstellung verriegelt.

Bei der geringen Entfernung sind für die Übertragung der Verriegelung vom Stellwerke nach den Weichen und zum Stellen zweier Flügelsignale D und E Rohrgestänge verwandt. Die mechanischen Abhängigkeiten im Stellwerk werden durch fünf Verschlufswellen bewirkt, von denen zwei e und d von Hand durch Knebel bewegt, die übrigen drei cd, $a_1 A_1$ und $a_2 A_2$ durch Federn selbsttätig in ihre Ruhestellung zurückgeführt werden.

Um die Umstellung der Weiche W_1 für die Ausweiche dem Weichenwärter zu entziehen und lediglich durch den Bahnhofsleiter erst dann zu gestatten, wenn der für die Kehre bestimmte Zug am Bahnsteige I seine Fahrt unterbrochen hat, ist der zugehörige Verriegelungshebel R_1 vom Bahnhofe aus noch durch eine zweite mechanische Verschlufsvorrichtung in seiner richtigen Lage festgelegt. Dieselbe Verriegelung hat die Weiche II. Diese Verriegelungen sind mit einem gewöhnlichen, langsam schlagenden, durch Batteriestrom angetriebenen Läutewerke verbunden, welches jedesmal so lange läutet, als die Weiche I nicht in vorgeschriebener Weise für die durchgehende Gerade verriegelt ist, und damit die betreffenden Beamten zur Rückstellung ermahnt, sobald diese statthaft ist.

Zur Deckung der Weiche I dienen die Lichtsignale A_1 und A_2, welche für Bahnsteig I des Bahnhofes Zoologischer Garten Ausfahr- und Wegesignale sind, und durch ihre Aufstellung rechts und links vom Gleise die Richtung zeigen, für welche sie gelten. In der Regel zeigen diese beiden Signale rotes Licht, verbieten also die Fahrt in der Geraden und Ausweiche; je nach der Lage der Weiche zeigt aber das eine oder das andere durch grünes Licht die erlaubte Fahrt an, wobei aber das zweite gleichzeitig stets rot zeigen mufs; nie können beide Signale gleichzeitig grünes Licht zeigen. Hinsichtlich der Fahrerlaubnis ergänzen sich also die beiden Signale, weil zunächst der Zugführer in Anbetracht der so sehr ungleichen Gefällverhältnisse beider Wege, unbedingt wissen mufs, wohin er fährt, und weil er bei Verwendung nur

*) Organ 1905, S. 86 und 109.

eines Signales für beide Wege leicht mit zu grofser Geschwindigkeit fahren könnte.

Die Wegesignale A_1 und A_2, sowie das Ausfahrsignal C der Nachbarhaltestelle Ruthenbeck zeigen dauernd rotes Licht und müssen stets erst von Fall zu Fall durch den Bahnhofsleiter in Zoologischer Garten auf grün umgestellt werden. Dazu dient im Bahnhofe Zoologischer Garten eine aus Abb. 3, Taf. XXXIII ersichtliche eigene dreiteilige Freigabeblockvorrichtung. Drei durch Federn hochgehobene Tasterstangen lassen sich mittels je eines auf dem Dache des betreffenden Schutzkastens angebrachten Hebels nach unten drücken, wobei Unterbrechungen oder Schliefsungen verschiedener Stromwege veranlafst und zugleich festlegende oder freimachende Verschiebungen von Verschlufsriegeln bewirkt werden. Beim Niederdrücken der Stange wird diese in gewisser Tiefe von einer Schnepperanordnung festgehalten; sie kann von den Federn alsdann nicht früher nach aufwärts in ihre Ruhelage zurückgestellt werden, als durch den zugehörigen Elektromagneten 7, 45 oder 31 ein Strom läuft, welcher die bezügliche Ankerbewegung der Hemmung auslöst. Diese Auslöseströme können durch die Züge selbst von den betreffenden Sonderstrecken aus entsendet werden. Daher ist die Auslösung der hemmenden Ankeranordnung, welche die Freigabestange festhält, in ähnlicher Weise, wie die Aufhebung des Fahrverbotes bei den Streckenblocks nicht nur an die Stromgebung, sondern auch an die nachfolgende Unterbrechung gebunden. Die hemmende Ankeranordnung der Elektromagnete 7, 45 und 31 ist also ebenso mit Doppelschnepper ausgestattet, wie die Verzögerungsvorrichtung der Streckenblocks, damit vorzeitige Entriegelung der Weichen durch Stromableitungen an den mafsgebenden Sonderstrecken ausgeschlossen werden. Das Signal A_1 (Abb. 2, Taf. XXXIII) wird mit dem Drücker a_1, A_2 mit a_2 und das Ruthenbecker Signal C mit c/d freigegeben.

Durch die Abhängigkeit zwischen der Freigabeblockvorrichtung und dem Weichenstellwerke läfst sich das Signal C nur dann auf »Fahrt« stellen, wenn die Weiche II in ihrer für die gerade Durchfahrt vorgeschriebenen Lage verriegelt und Signal D vorher auf »Fahrt« gezogen wurde.

Durch die Freigabe eines der Wegesignale A_1 oder A_2 wird die Verriegelung R_1 der Weiche I in der + oder — Stellung, und durch die Freigabe von C die Verriegelung R_2 der Weiche II in der + Stellung festgelegt und auch so lange verschlossen gehalten, bis der Zug die Sonderstrecken J_1 oder J_2 beziehungsweise J_5 überfahren hat.

Für die Ausfahrt aus der Kehre mufs die Weiche II erst in die richtige Lage gestellt sein, bevor der Flügel des Signales E auf »Fahrt« gezogen werden kann, womit die Verriegelung der Weiche II in der — Stellung verbunden ist.

Zur Verbindung der elektrischen Signal-Einrichtungen der Haltestelle Ruthenbeck und des Bahnhofes Zoologischer Garten sind aufser den gewöhnlichen beiden Blockleitungen L_1, L_2 noch drei Leitungen l_1, l_2 und l_3 vorhanden. Von letzteren dient l_1 dazu, die Lampen des Signales C nur über die Freigabeblockvorrichtung des Bahnhofes Zoologischer Garten unter Strom zu setzen; durch l_2 kann von diesem Bahnhofe aus auf der Zeichenscheibe eines Vormelders jederzeit angegeben werden, ob das Signal C »Halt« zeigt, um zu beobachten, ob und wann ein vorgemeldeter Zug in den Blockabschnitt CF oder CD eingefahren ist. Die Leitung l_3 verbindet eine vor der Haltestelle Ruthenbeck in die Arbeitsleitung eingelegte Sonder-Strecke R mit einem Läutewerke, durch welches sich jeder in der Richtung nach Rittershausen verkehrende Zug dem Bahnhofsleiter in Zoologischer Garten vormeldet, welcher nach jedem solchen Läutezeichen durch Niederdrücken der Taste c/d das Signal C freigibt, sobald die derzeitige Weichen- und Signalstellung es gestattet. Durch diese Art der Vormeldung wird die Abwickelung des Zugverkehres gefördert, auch werden die Betriebstörungen vermieden, welche etwa durch vorzeitige Aufhebung des Fahrverbotes bei C entstehen können, weil die einmal erfolgte Freigabe nebst der damit verbundenen Weichenverriegelung nicht mehr zurückgenommen werden kann.

Die Vorgänge bei Durchfahrt eines nach Ruthenbeck, Vohwinkel verkehrenden Zuges sind folgende.

Ein solcher Zug findet im Bahnhofe Zoologischer Garten die Weiche I durch die vom Hebel R_1 gesteuerte Verschlufsrolle, sowie durch die mechanische Bahnhofsblockvorrichtung in der + Lage festgestellt. Kann der Zug vom Bahnsteige I abgehen, so stellt der Bahnhofsleiter durch Drücken der Taste a_1 das Signal A_1 auf »Fahrt«, indem die grünen Lampen dieses Signales von 1 aus über 2 in der Freigabeblockvorrichtung, dann über 3 und 4 im Blockfelde A_1 zur Erde unter Strom gesetzt werden, während der vorher bestehende Stromweg nach den roten Lampen bei 2 unterbrochen ist; zugleich wird durch die Taste a_1 die Weiche I in ihrer regelrechten Stellung nochmals verschlossen, und diese Sperrung kann nur durch den betreffenden Zug selbst wieder gelöst werden. Das Signal A_2 bleibt rot und bestätigt dadurch, dafs die Einfahrt in die Ausweiche der Rückkehrschleife tatsächlich ausgeschlossen ist.

Der nach Ruthenbeck weiterfahrende Zug stellt beim Überfahren der Sonderstrecke J_1 das Signal A_1 hinter sich wieder auf »Halt«, indem die erste Stromgebung von dort über 5, 6 im Blockfelde A_1, dann über 7 in der Freigabeblockvorrichtung nach Erde geht. Nach Aufhören dieses Stromes in der Spule 7 erfolgt die Auslösung der Schnepperhemmung der Taste a_1, sodafs diese nach aufwärts in ihre Ruhestellung zurückkehrt und den elektrischen Verschlufs der Weiche aufhebt. Die zweite Stromgebung von J_1 nimmt ihren Weg über 8, 9 im Blockfelde A_1 und weiter über 10, 11 in der Freigabeblockvorrichtung in die Leitung L_1, um das Fahrverbot in der rückliegenden Nachbarhaltestelle in gewöhnlicher Weise aufzuheben, sodafs ein folgender Zug nach Zoologischer Garten vorfahren kann. Hierbei ist hinsichtlich des Stromweges 10, 11 hervorzuheben, dafs der betreffende Stromschlufs-Hebel wohl beim Niedergehen der Tastenstange a_1 mitgenommen wird, beim Aufwärtsschnellen dieser Stange aber nicht wieder emporgehoben wird. Die Vorrichtung 10, 11, 48 ist nämlich eine Stromübergangswippe für zwei Stromwege, welche, je nachdem sie von der Tastenstange a_1 oder a_2 niedergedrückt wurde, den Stromweg 10, 11 oder 48, 11 herstellt und stets in der zuletzt erhaltenen Lage so lange verharrt, bis ihr die andere Lage erteilt wird.

Ist der Zug in Ruthenbeck eingetroffen und setzt er seine Fahrt fort, so bringt er zunächst beim Überfahren der Sonderstrecke J_3 in gewöhnlicher Weise das Signal B auf »Halt« und stellt sonach das Signal A_1 auf Bahnhof Zoologischer Garten auf »Fahrt«, ohne jedoch die grünen Lampen unter Strom zu setzen. Der betreffende Rückmeldestrom verläuft von J_3 über 14, 15 des Blockfeldes B in die Leitung L_1 nach dem Blockfelde A_1 und geht hier über 16, 17 nach Erde; Signal A_1 verbleibt trotzdem auf »Halt«, weil in der Freigabeblockvorrichtung die Drückerstange a_1 beim Stromübergangswechsel 2 nur die Speiseleitung der roten Lampen geschlossen, die der grünen Lampen aber unterbrochen hat.

Fährt ein aus der Richtung von Vohwinkel kommender Zug nach Rittershausen, so gibt er vor Einfahrt in Ruthenbeck beim Überfahren der Sonderstrecke R ein Läutezeichen nach Zoologischer Garten, worauf der dortige Bahnhofsleiter, wenn er den Zug annimmt, zunächst durch Umlegen des Fahrstrafsenknebels d die Weiche II in der + Stellung verriegelt und dann das Flügelsignal D auf »Fahrt« stellt. Erst der Vollzug dieser Vorbedingungen ermöglicht die Freigabe des Ausfahrsignales C in Ruthenbeck durch Niederdrücken der Taste c/d, wobei der Fahrstrafsenknebel d für die gezogene Stellung des Signales D festgelegt wird. Die durch das Niederdrücken von c/d bewirkte Stromgebung verläuft, wenn Gleis II zwischen C und F unbesetzt ist und sich also das Blockfeld C in Ruthenbeck in der Lage »Fahrt« befindet, von 1 über 21 in der Freigabeblockvorrichtung, dann über l_1 nach Ruthenbeck, um hier über 22, 23 und C nach Erde zu gehen. Verläfst der Zug Ruthenbeck, so stellt er beim Überfahren der Sonderstrecke J_4 in gewöhnlicher Weise zunächst das Signal C hinter sich auf »Halt« und mit der zweiten Stromgebung das deckende Fahrverbot in der rückliegenden Nachbarhaltestelle auf »Fahrt« zurück. Nähert sich der Zug dem Bahnhofe Zoologischer Garten, so kann, sobald er beim Signale D vorbeigekommen ist, erforderlichen Falles bei Gefahr schon früher, D auf »Halt« gestellt werden; es bleibt jedoch unmöglich, den Knebel der Fahrstrafse d aus der gezogenen Stellung zurückzulegen, also die Verriegelung der Weiche II zu lösen, bevor der Zug den Bahnhof selbst verlassen und die Sonderstrecke J_5 überfahren hat. Mit der ersten hier erfolgenden Stromgebung, welche von J_5 über 29, 30 im Blockfelde F und über den Elektromagneten 31 der Taste c/d nach Erde verläuft, wird Signal F auf »Halt« gestellt und nachdem der Strom aufhört, auch die Stangensperre ausgelöst, sodafs c/d aufwärts in seine Ruhelage zurückgeht, und der Weichenriegelhebel R_2 entriegelt wird. Die zweite Stromgebung, welche von J_5 über 32 und 33 im Blockfelde F, ferner über den Stromschliefser 34 in der Freigabeblockvorrichtung, sodann über L_2 nach Ruthenbeck verläuft und hier im Blockfelde C über 35 und 36 nach Erde geht, wandelt die »Halt«-Stellung des Blockfeldes C in die für »Fahrt« um. Der Stromschliefser 34 wird stets erst durch das Niederdrücken der Tastenstange c/d geschlossen, verharrt jedoch in dieser den Stromweg schliefsenden Lage auch nach dem Emporschnellen der Tastenstange c/d, wird jedoch beim Rechtsdrehen des Fahrstrafsenknebels e selbsttätig in die gewöhnliche Unterbrechungslage zurückgestellt.

Der Stromwechselschlufs 34, 49 hat den Zweck, die Rückmeldung nach Ruthenbeck nur für die durchgehenden Züge zu geben, für Züge aus der Rückkehrschleife dagegen die Abgabe einer derartigen Rückmeldung zu verhindern.

Soll ein aus der Richtung von Rittershausen eintreffender Zug über die Rückkehrschleife auf das Gleis II geleitet werden, so wird er im Bahnhofe Zoologischer Garten zum Halten gebracht, und die vom Bahnhofsleiter zu bedienende mechanische Riegelrolle für Weiche I gelöst, dann im Stellwerke die Weiche I durch R_1 entriegelt und mit dem Stellhebel W_1 auf die Ausweiche umgelegt, wobei die schon erwähnten langsam schlagenden Überwachungs-Läutewerke ertönen. Nach richtiger Verriegelung der Weiche I in der — Stellung erfolgt durch Niederdrücken der Tastenstange a_2 die Freigabe des sonst immer »Halt« zeigenden Wegesignales A_2 mittels des hierbei auftretenden Stromes, welcher von 1 über Stromschliefser 37 in der Freigabeblockvorrichtung und über 38 und 39 im Blockfelde A_2 zur Erde geht. Dieser Strom wirkt wie jeder Entblockungstrom nur vorübergehend, weil die Hebelvorrichtung des Stromschliefsers 37 so angeordnet ist, dafs sie sofort unter Aufhebung des Stromweges in ihre Ruhelage zurückkehrt, sobald die Tastenstange a_2 wieder losgelassen wird, obwohl die Stange selbst von der Ankerhemmung des Elektromagneten 45 in ihrer tiefsten Lage festgehalten bleibt. Bei dieser Stangenlage ist sowohl die Verriegelung der Weiche I in der — Stellung elektrisch festgelegt, als auch der Strom für die grünen Lampen des Wegesignales A_2 von 1 über 40 in der Freigabeblockvorrichtung, dann über 41, 42 im Blockfelde A_2 und über die grünen Lampen von A_2 zur Erde geschlossen. Der nun in die Rückkehrschleife einfahrende Zug stellt hinter sich das Wegesignal A_2 wieder auf »Halt«, sobald er die Sonderstrecke J_2 überfährt. Die erste hier erfolgende Stromgebung verläuft nämlich von J_2 über 43, 44 im Blockfelde A_2, dann über die Elektromagnetspule 45 in die Freigabeblockvorrichtung und zur Erde; sie stellt also nicht nur das Blockfeld A_2 auf rot, sondern löst auch die Hemmung der Tastenstange a_2 aus, sodafs diese hochschnellt. Die zweite von J_2 ausgehende Stromgebung verläuft über 46, 47 im Blockfelde A_2, ferner über 48 und 11 in der Freigabeblockvorrichtung und dann über die Fernleitung L_1, um in gewöhnlicher Weise in der Nachbarhaltestelle das Ausfahrsignal für Gleis I zu entblocken und auf »Fahrt« zu stellen. Für diese Stromgebung ist der Stromweg 11, 48 durch das Niederdrücken der Tastenstange a_2 in der Stromübergangswippe 10, 11, 48 hergestellt, beim Rückschnellen der Stange aber nicht wieder unterbrochen. Der in der Schleife befindliche Zug darf nicht unter J_2 halten, damit nicht Dauerströme entstehen und ebensowenig darf er über J_2 zurückschieben und nochmals vorfahren, weil hierdurch wieder ein Entblockungstrom in die rückliegende Nachbarhaltestelle entsendet würde, und eine falsche, unter Umständen gefährliche Freistellung des betreffenden Ausfahrsignales entstehen könnte.

Soll endlich der in der Rückkehrschleife befindliche Zug in das Hauptgleis II ausfahren, um zum Bahnsteige II zu gelangen, so wird die Weiche II nach vorausgegangener Entriegelung aus der + Lage in die — Lage gestellt, hierin wieder verriegelt und diese Verriegelung aufserdem durch Rechtsdrehen des

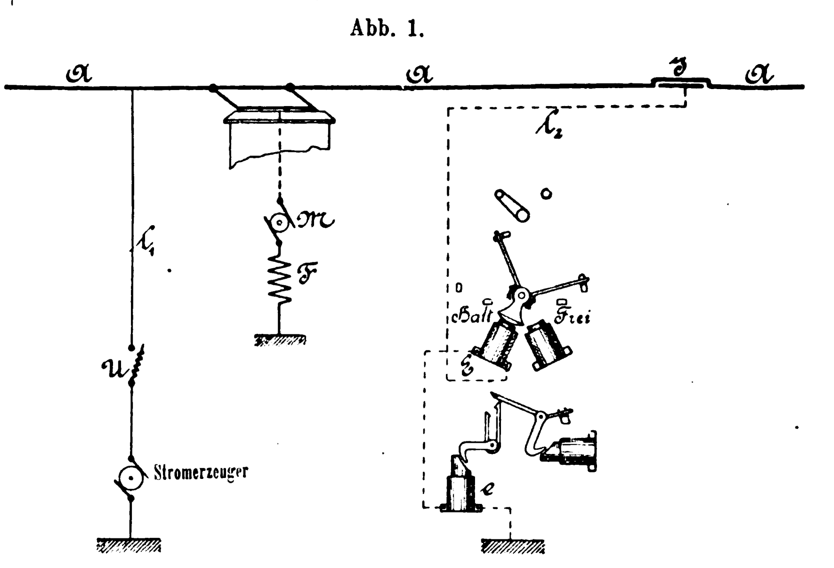
Fahrstrafsenknebels e festgelegt, hierbei wird auch die Tastenstange c/d in ihrer Ruhelage gesperrt, indem durch Drehung von e eine angelenkte Stange s emporgehoben wird, welche auf einen winkelhebelartigen Sperrkegel t derart einwirkt, dafs sich dessen gröfserer Arm unter einen Absatz der Stange c/d stellt. Diese wird wieder gebrauchsfähig, indem der Sperrkegel t durch Einwirkung des Elektromagneten 50 in seine Ruhelage zurückgeführt wird, was beim Verlassen des Bahnhofes Zoologischer Garten geschieht, sobald der Zug durch Überfahren der Sonderstrecke J_5 das Ausfahrsignal F hinter sich auf »Halt« stellt; hierbei nimmt der Strom von J_5 aus seinen Weg über 32 und 33 im Blockfelde F und über 49 und 50 in der Freigabeblockvorrichtung zur Erde. Während also das Blockfeld und Signal F auf rot gebracht wird, erfolgt gleichzeitig durch den Elektromagneten 50 die Rückstellung des Sperrkegels t, also die Aufhebung der Klinkensperre von c/d. Eine zweite Stromgebung oder die Entsendung eines Entblockungsstromes von J_5 nach Ruthenbeck erfolgt vorliegenden Falles nicht, weil der betreffende Stromweg in der Freigabeblockvorrichtung bei 34 unterbrochen ist. Die Sperrklinke t sichert diese Unterbrechung und macht die vorzeitige Entsendung eines Entblockungsstromes mittels der Tastenstange c/d unmöglich, bevor nicht der aus der Schleife ins Hauptgleis II übergegangene Zug den Bahnhof Zoologischer Garten tatsächlich verlassen hat.

4. Allgemeine Angaben.

Die Durchbildung der Blocksignaleinrichtung und der Signal- und Weichensicherung entspricht mit ihrem unmittelbaren Starkstrombetriebe den strengen Sicherheitsanforderungen für verkehrsdichte Vollbahnen und darf, abgesehen von ihrem grundsätzlichen Werte für die Schwebebahn, als Studiengegenstand für künftige »Schnellbahnen« angesehen werden. Auch die am Endbahnhofe Vohwinkel gebauten Kletterweichen und Schleppweichen und die im Bahnhofe Zoologischer Garten verwendeten Kletterweichen sind zum Vergleiche ihrer Verwendbarkeit ausgeführt worden. Bisher sollen die Schleppweichen den Vorzug verdienen. Alle selbsttätigen Schaltvorrichtungen werden mit Gleichstrom von 570 Volt Spannung gespeist und sind entsprechend gebaut, namentlich vorzüglich stromdicht hergestellt, daher sind die selbsttätigen Stromschliefser alle als Augenblicks-Schalter ausgeführt. Eine der beiden Spulen an den Zusatzvorrichtungen (Abb. 3, Taf. XXV) erhielt, da sie nicht für 570 Volt gewickelt werden konnte, als Vorschaltwiderstand einen Emaille-Widerstand von 4000 Ohm. Da die Ausdünstungen der Wupper alle aus Eisen oder Stahl bestehenden Teile der Signalvorrichtungen in kurzer Zeit stark angriffen, sind für alle Blockwerke über der Wupper Achsen und Schrauben aus Messing hergestellt.

Zu Anfang des Betriebes stellte sich heraus, dafs die Leitung l_2, welche bei jeder Blockstelle (Abb. 3, Taf. XXV) über die Elektromagnete E und e an die Rückleitung anschliefst, und zum Teil entlang der Arbeitsleitung läuft, mit dieser und der dazwischen befindlichen Luftschicht zusammen wie eine Leydener Flasche wirkte. Wird nun der selbsttätige Starkstrom-Schalter U plötzlich unterbrochen, während sich die Wagentriebwerke M unter Strom befinden, so entwickeln die Reihenfeldwickelungen F eine sehr hohe Induktionspannung. Der von der Arbeitsleitung A und der Blockfeldzuleitung l_2 gebildete Condensator läfst die vorher in l_2 mit — 570 Volt gebundene Elektrizitätsmenge nach erfolgter Unterbrechung der Speiseleitung über E e und die Rückleitung in die Arbeitsleitung A fliefsen, während umgekehrt die positive Elektrizitätsmenge aus A durch M F, Rückleitung, e und E (Textabb. 1) nach l_2 gelangt. Wird

Abb. 1.



Stromlauf der Arbeitsleitung.

beispielsweise bei der Abschaltung eine Induktionsspannung von 1000 Volt an den Klemmen erzeugt, so wirkt der Aufspanner also mit dem Spannungsunterschiede von 1570 Volt und ist im Stande, die Ankerumstellung in den Blockfeldern zu veranlassen. Um eine derartige Betriebstörung zu verhindern, sind neben die Feldwickelungen der Triebwerke, welche die hohe Induktionsspannung veranlassen, induktionsfreie Widerstände geschaltet, durch welche sich die Induktionsströme entladen können.

Mufs ein Gleis wegen einer Störung des andern in beiden Richtungen befahren werden, so tritt die Zugdeckung durch die Blocksignale aufser Kraft, weil diese nur für den regelmäfsigen Verkehr der zweigleisigen Bahn eingerichtet ist. Dann wird der Zugmeldedienst lediglich mittels der Fernsprecheinrichtung abgewickelt, durch welche alle Bahnhöfe und Haltestellen untereinander in doppelter Verbindung stehen. Für jeden Bahnhof und jede Haltestelle sind zwei längs dem eisernen Trägerwerke verlegte blanke Fernsprechleitungen vorhanden, welche für das unmittelbare Sprechen eingerichtet sind und auch von den Zügen statt einer Hülfsignaleinrichtung benutzt werden können. Diese besteht aus einem für beide Richtungen gemeinsamen Mikrophonsprecher, je einem elektromagnetischen Anrufwecker und je einer Hörmuschel für jede Richtung. Auf der zweiten in Kabeln verlegten Fernsprechlinie kann sowohl jeder Bahnhof und jede Haltestelle als auch die Werkstätte und das Dienstgebäude der Schwebebahn durch Vermittelung eines auf der Haltestelle Alexanderbrücke errichteten Vermittelungsamtes sprechen.

Um von den Zügen aus mit den Bahnhöfen und Haltestellen sprechen zu können, führt jeder Zug im Führerwagen einen vollständigen Fernsprechsatz aus Mikrophon, Hörmuschel

und Wecker mit Magnetinduktor in einem Kasten mit. Mittels einer mit zwei Haken versehenen Bambusstange, welche zwei Drahtleitungen einschliefst, kann der Anschlufs an die blanken Freileitungen hergestellt werden, indem der Wagenführer das mit zwei Haken versehene Ende der Stange auf den betreffenden Leitungsdraht und die Rückleitung aufhängt, und im Wagen die Verbindung zwischen den beiden Stangenleitungen und dem Fernsprechsatze durch einfaches Einstöpseln zweier Schaltstifte vornimmt. Anruf und Abwickelung des Gespräches erfolgt dann in der gewöhnlichen Weise mit einer der Haltestellen, zwischen denen der Zug hülfsbedürftig geworden ist. P—n.

Die gebräuchlichsten Bauarten der Funkentelegraphen und ihre gegenwärtige Anordnung.*)

(Archiv für Post und Telegraphie Nr. 4, Februar 1904.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 10 auf Tafel XXI.

3. Bauart Braun-Siemens.

Schaltung. — Ein aus einem Ladekörper, einer Selbstinduktion und einer Funkenstrecke bestehender geschlossener Schwingungskreis (Abb. 10, Taf. XXI) wird durch einen Funkeninduktor zu elektrischen Schwingungen erregt. Der elektrische Widerstand des Schwingungskreises und dessen Selbstinduktion müssen möglichst klein sein, während seine Aufnahmefähigkeit möglichst grofs sein mufs, um lange andauernde Schwingungen zu erhalten. Der Ladekörper wird gebildet durch Hochspanner C in Form von Leydener Flaschen, die symmetrisch zu beiden Polen der Funkenstrecke F angeordnet sind. Die Selbstinduktion bildet gleichzeitig die erregende Spule p des Übertragers Ue für die elektromagnetische Kuppelung. Durch Induktions-Übertragung werden die Schwingungen des Leydener Flaschenstromkreises der in die offene Strombahn, den Senderdraht, eingeschalteten erregten Spule s aufgezwungen. Um hierbei in dieser einen Höchstwert an Stromstärke zu erhalten, wird sie mit Ansätzen versehen, die ein regelmäfsiges Zurückwerfen der in ihnen erzeugten Wellen bewirken. Die Ansätze müssen nahezu einer Viertelwellenlänge oder einem ungeraden Vielfachen davon elektrisch gleichwertig sein; ebenso müssen die Produkte aus Aufnahmefähigkeit und Selbstinduktion zu beiden Seiten der erregten Spule einander gleich sein. An ihrem Verbindungspunkte mit dem Ganzen befindet sich dann ein Spannungsknoten und ein Strombauch, während an den freien Enden ein Stromknoten und ein Spannungsbauch liegen, die günstigste Bedingung für die Ausstrahlung der Wellen also damit erfüllt ist. Der eine Ansatz wird als senkrechter Draht in die Höhe geführt, um die Wellen in den Luftraum auszustrahlen; der andere Ansatz aber wird aufgewickelt und stromdicht aufgehängt oder auch durch eine stromdicht aufgehängte Metallplatte von Walzenform und entsprechender Gröfse ersetzt.

Bei dem Empfänger werden die ankommenden Wellen von dem Luftdrahte zunächst einem Wiedergabe-Kreise, dem Hochspanner-Kreise, zugeführt, der genau auf die Wellenlänge des Gebers abgestimmt ist und die eintreffende Arbeit ansammelt. Der Hochspanner-Kreis enthält wie derjenige der Sendereinrichtung zwei Hochspanner C hinter einander, die durch die erregende Spule p eines Übertragers Ue verbunden sind. Das zur Erzielung richtiger Wiedergabe und kräftiger Schwingung der Übertragerspule erforderliche elektrische Gleichgewicht wird wiederum durch Anhängung eines einer Viertelwellenlänge elektrisch gleichwertigen Metalleiters an den Hochspanner-Kreis hergestellt. Die erregte Übertragerspule s ist in gewöhnlicher Weise mit dem Fritter und einem Hochspanner zu einem geschlossenen Stromkreise zusammengeschaltet. Neben dem Fritter liegt die Fritterzelle und der Magnetschalter.

Ebenso wie bei der bisher am meisten verwendeten induktiven Sendererregung ist auch bei der von Braun angegebenen unmittelbaren Erregung, das heifst der elektrischen oder galvanischen Kuppelung des Senderdrahtes, dessen genaues Abgleichen auf die Schwingungen des geschlossenen Erregerkreises unbedingtes Erfordernis zur Erzielung der Höchstwirkung.

Die bei der Braun-Siemens-Bauart zur Verwendung kommenden Vorrichtungen sollen schwach gedämpfte Wellen und gröfste Wiedergabe erzielen.

Funkeninduktor. — Der Funkeninduktor ist abweichend von der Bauart der Ruhmkorff-Induktoren weniger zur Erzielung hoher Spannungen gewickelt, sondern vielmehr so gebaut, dafs er Hochspannern möglichst grofse Elektrizitätsmengen zuführen kann. Zu diesem Zwecke erhält der Funkeninduktor einen sehr langen Erreger und eine verhältnismäfsig kurze erregte Wickelung mit geringem Widerstande. Der erregende Kreis kann ausgewechselt werden, der Induktor läfst sich daher innerhalb weiter Grenzen auf eine bestimmte Leistung und auf einen beliebigen Unterbrecher einstellen.

Elektrolytischer Unterbrecher. — Zur selbsttätigen Unterbrechung des induzierenden Stromkreises der Induktor-Einrichtung benutzt Braun-Siemens für grofse Anlagen den elektrolytischen Unterbrecher von Wehnelt oder von Simon, welcher auf folgendem beruht: Ordnet man zwei Platinelektroden in einem Gefäfse mit verdünnter Schwefelsäure derart an, dafs sie der Flüssigkeit nur eine kleine Berührungsfläche darbieten, und schaltet diese in den Stromkreis einer hinreichend starken galvanischen Batterie ein, so treten bald fortwährende Stromunterbrechungen auf. Man beobachtet hierbei an den Elektroden und insbesondere an der Anode eine Lichterscheinung, die von einem Tone begleitet ist, dessen Schwingungszahl die Anzahl der Stromunterbrechungen in bestimmter Zeit angibt. Diese Wirkung ist eine Folge der die Elektrolyse begleitenden Wärmeerscheinung. Durch die starken Ströme erhitzt sich der Platindraht der Elektroden und verdampft die Flüssigkeit. Die Elektroden werden nun von einer Dampfhülle umgeben, welche den Strom unterbricht. Der die Stromunterbrechung begleitende Funke wird durch den Öffnungstrom verstärkt und leuchtender; er ist die Ursache der angeführten Lichterscheinung. Sobald der Strom unterbrochen ist, verdichtet sich der Wasserdampf wieder, oder er steigt ebenso wie der durch die Elektrolyse an der Anode entwickelte Sauerstoff aus der Flüssigkeit empor. Die Flüssigkeit tritt aufs neue mit den Elektroden in Berührung und der geschilderte Vorgang wiederholt sich.

Morsetaste. — Die zur Abgabe der telegraphischen

*) S. Organ 1905, S. 85 und 112.

Zeichen benutzte Morsetaste ist so eingerichtet, dafs sie selbst Stromstärken bis zu 50 Ampère ohne schädliche Wirkung für den elektrolytischen Unterbrecher unterbrechen kann. Zu diesem Zwecke ist die eigentliche Stromschlufsstelle der Taste von der Unterbrechungstelle getrennt; nur an letzterer findet eine Funkenbildung statt, da sie sich bei Stromschlufs zuerst schliefst und danach die eigentliche Stromschlufsstelle, der Hauptstromschliefser, Schlufs erhält. Bei der Stromöffnung dagegen öffnet sich zuerst der Hauptstromschliefser und erst dann der Unterbrechungstromschliefser, der mit Kohlenschlufs und magnetischer Funkenlöschung versehen ist. Die Kohlenschlüsse sind verstellbar und lassen sich leicht auswechseln.

Wellenerzeuger und Leydener Flaschen. — Die Leydener Flaschen-Hochspanner des geschlossenen Erregerkreises bestehen aus einem Bündel widerstandsfähiger Glasröhren von 25 mm Durchmesser und 2,5 bis 3 mm Wandstärke. Jede Flasche hat eine genau bestimmte Ladefähigkeit von 0,0002 bis 0,0005 Mikrofarad und kann leicht ausgewechselt werden, wenn sie mechanisch oder elektrisch durchschlagen wird. Man kann bei dieser Anordnung ohne Schwierigkeit innerhalb der Grenzen von 0,0002 bis 0,0048 Mikrofarad von einer Aufnahmefähigkeit auf die andere übergehen. Die zu verwendende Wellenlänge ist also in den weitesten Grenzen veränderlich. Unten am Hochspanner ist die Funkenstrecke angebracht, die zur Schalldämpfung mit einem Glaszylinder umgeben ist.

Aufspanner. — Die Abmessungen des für die elektromagnetische Kuppelung verwendeten Übertragers sind so gewählt, dafs seine erregende Wickelung mit der Ladung der Leydener Flaschen eine Wellenlänge liefert, die ungefähr das Vierfache der Länge des Luftleiters beträgt. Die erregte Wickelung des Übertragers mufs in Verbindung mit dem zu verwendenden Luftdrahte oder einem andern gleicher Länge auf den Höchstwert der Wiedergabe eingestellt werden.

Da bei diesem Übertrager gewaltige, indes völlig ungefährliche Spannungen auftreten, so sind seine Wickelungen in ein mit Öl gefülltes Gefäfs gehängt, das einen Durchmesser von höchstens 20 cm besitzt und gut abgedichtet ist, sodafs Herauslaufen des Öles ausgeschlossen wird.

Im Empfänger treten wesentlich niedrigere Spannungen auf, als in den Senderstromkreisen, daher bedarf der Umspanner des Empfängers keiner Ölsonderung, und der Hochspanner des Empfang-Schwingungskreises kann erheblich kleinere Abmessungen erhalten, als der des Gebers. Diese Hochspanner, deren Aufnahmefähigkeit indes nicht sehr von derjenigen der Sender-Hochspanner abweicht, bestehen aus einer Anzahl durch dünne stromdichte Scheiben von einander getrennter Stanniolplatten.

Als Wellenanzeiger benutzt Braun-Siemens in der Hauptsache einen Stahlpulverfritter, daneben auch einen sehr empfindlichen Mikrophonfritter.

Stahlpulverfritter. — Die Elektroden des Stahlpulverfritters bestehen ebenfalls aus Stahl; ihre Endflächen müssen stets Hochglanz besitzen, der sich nach Beschädigungen mit einer einfachen Poliermaschine in einigen Minuten wieder herstellen läfst. Die Fritterfüllung besteht aus gehärtetem und gesiebtem Stahlpulver; je nach Verwendung feinern oder gröbern Kornes läfst sich die Empfindlichkeit des Fritters vermindern oder steigern. Der Fritter ist fast unbegrenzt haltbar; er ist nicht luftleer, seine Empfindlichkeit kommt aber derjenigen der besten luftleeren Nickelfilter gleich und übertrifft diese noch an Sicherheit der Wirkung. Die Regelung der Empfindlichkeit des Fritters während des Betriebes erfolgt durch einen kleinen Ring-Dauermagneten, zwischen dessen nahe einander gegenüber liegenden Polen die eine verlängerte Elektrode des Fritters angeordnet ist. Durch Drehung des Magnetringes kann man beliebig den Nord- oder Südpol dem Elektrodenende nähern und hierdurch deren wirksame Endfläche süd- oder nordpolar in jeder gewünschten Stärke magnetisieren oder auch vollständig entmagnetisieren.

Mikrophonfritter. — Der Mikrophonfritter ist dreimal so empfindlich, als der Stahlpulverfritter; er gestattet aber die Aufnahme der Telegramme nur mit dem Fernsprecher. Er enthält zunächst ein Mikrophon einfachster Bauart, das lediglich aus einem an einer Blattfeder befestigten harten Stahlplättchen besteht, gegen das eine meist zu einer Spitze ausgebildete Kohlen- oder Stahlelektrode durch eine Mikrometerschraube geprefst werden kann. Das Mikrophon wird mit einer Trockenzelle und einem Fernsprecher hinter einander geschaltet. Wenn der Strom der Trockenzelle nicht zu stark ist, so kann der Druck der Stahlfeder auf die Stromschlufsstelle des Mikrophonfritters ziemlich grofs sein, ohne dafs der Fritter an Empfindlichkeit gegen die elektrische Bestrahlung einbüfst. Anderseits wird der Fritter hierdurch gegen mechanische Erschütterungen weniger empfindlich.

Der Mikrophonfritter kann in jede beliebige abgestimmte oder nicht abgestimmte Empfangsanordnung eingeschaltet werden; er spricht auf jede elektrische Welle an, ist also zur Wahrung des Telegraphengeheimnisses nicht geeignet. —k.

Betrieb.

Die Einführung der dritten Wagenklasse in England.

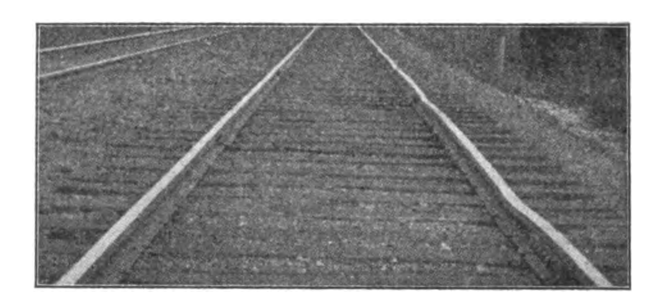
Im November 1904 waren 60 Jahre seit dem Tage verflossen, an welchem gemäfs Parlamentsbeschlusses der erste Wagen dritter Klasse auf den englischen Bahnen in Betrieb genommen wurde. Die Bahnen waren gehalten, täglich in wenigstens einen Zug einen Wagen dritter Klasse einzustellen, in dem Sitze angebracht und die Reisenden in ausreichender Weise gegen die Unbilden der Witterung geschützt sein mufsten. Die Bahnen erschwerten den Reisenden dritter Klasse das Reisen in jeder Weise. Erst als die Midland-Bahn den Nutzen der Einführung der dritten Wagenklasse einsah und alle ihre Züge damit ausrüstete, mufsten auch die andern Bahn-Verwaltungen dem Beispiele folgen. Doch vollzog sich diese bedeutsame Wendung in der Geschichte der dritten Klasse erst vor 30 Jahren. Inzwischen ist auch in England die dritte Wagenklasse die herrschende geworden: von den im Jahre 1903 auf den englischen Bahnen beförderten 1039 Millionen Reisenden entfallen 28 Millionen auf die erste, 67 Millionen auf die zweite, dagegen 944 Millionen auf die dritte Wagenklasse. —k.

Einwirkung schlecht ausgeglichener Lokomotiven auf das Eisenbahngleis.*)

(Railroad Gazette 1905, Februar, S. 114 und 120. Mit Abb.)

Textabb. 1 gibt das Aussehen eines Gleises wieder, welches auf sumpfigem Untergrunde von einer schlecht ausgeglichenen amerikanischen 2/5 gekuppelten Lokomotive gewöhnlicher Bauart mit einer Geschwindigkeit von 129 km/St. befahren wurde. Der Umstand, dafs nur der rechte, äufsere Schienenstrang verbogen und verdreht wurde, wird darauf zurückgeführt, dafs der Untergrund auf der dem später gelegten zweiten Gleise zugekehrten Seite gröfsern Widerstand geboten hat. Andernfalls würde auch der innere Schienenstrang ähnliche Veränderungen erlitten haben. —k.

Abb. 1.



*) Organ 1895, S. 67; 1899, S. 66.

Elektrische Eisenbahnen.

Allis-Chalmers-Bullock.

(Street Railway Review, 15. Juli 1904, S. 424.)

In die Reihe der führenden elektrotechnischen Bauanstalten Nordamerikas ist im vergangenen Jahre die Vereinigung zweier grofser Bauanstalten eingetreten, von denen die eine, The Allis Chalmers Co. in Milwaukee, einen grofsen Ruf als Erbauerin von Dampfmaschinen besitzt und die andere, The Bullock Ellectric Manufacturing Co. in Cincinnati, in den letzten Jahren aufserordentliche Anstrengungen im Baue elektrischer Maschinen und Schaltvorrichtungen gemacht hat. Der Anlafs dieser Vereinigung bestand in der Aufnahme des Dampfturbinenbaues seitens der zwei bisherigen führenden Anstalten, der General Electric Co. und der Westinghouse Electric and Manufacturing Co., durch die die Allis Chalmers Co. empfindlich in ihren Lieferungen geschädigt wurde. Um diese nun nicht zu verlieren, schlofs sie mit der Bullock Co. das erwähnte Bündnis, das auch in deutschen Fachkreisen mit Rücksicht auf die dadurch geschaffene Vergröfserung des Wettbewerbes viel Aufmerksamkeit erregte.

Wenn schon im verflossenen Jahre grofse Lieferungen der neuen Doppelanstalt bekannt wurden, so gewährte doch erst die Ausstellung in St. Louis einen vollen Überblick über deren Leistungsfähigkeit. Die Quelle gibt hierüber an, dafs diese Sonderausstellung in drei Teile, eine bergmännische, eine rein elektrotechnische und eine Abteilung für grofse Stromerzeuger zerfiel. An dieser Stelle kommen nur die beiden letzgenannten in Betracht. Aufser einer Reihe von Wechselstromerzeugern und von Triebmaschinen für Werkzeugmaschinen mit Schaltvorrichtungen für verschiedene Werkzeuggeschwindigkeiten wurde eine vollständige Umformeranlage für Bahnzwecke im Betriebe vorgeführt. Der zugeführte Dreiphasenstrom hatte 25 Wellen und 6600 Volt, der gelieferte Gleichstrom 500 bis 600 Volt Spannung. Der zugehörige Abspanner sowie alle Schaltvorrichtungen vervollständigten die Anlage. Sodann wurden Bahn-Triebmaschinen, Schaltvorrichtungen für elektrisch angetriebene Fahrzeuge und vollständige Wagenausrüstungen vorgeführt. Zu den Versuchen stellte die Bullock Co. einen fertigen Triebwagen zur Verfügung.

Die Abteilung für Stromerzeugung enthielt einen grofsen Dampf-Stromerzeuger von 5000 bis 8000 P.S. mit wagrecht und senkrecht angeordneten Zylindern und Dampfregelung auch auf der Niederdruckseite, dann einen mit einer Rateau-Dampfturbine verbundenen Drehstromerzeuger von 1000 KW, 6600 Volt und 25 Wellen, und einen Gleichstromerzeuger von 200 KW und 575 Volt, der unmittelbar von einer Laval-Dampfturbine getrieben wurde. C. Z.

Die Pariser Stadtbahn.

(Le Génie Civil, April 1903, mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 2 bis 7 auf Tafel XXXIV und Abb. 3 bis 7 auf Tafel XXXVI.

Die 7 km lange Strecke Nr. 3*) der Pariser Stadtbahn, die den Boulevard de Courcelles mit Ménilmontant verbindet, (Abb. 7, Taf. XXXVI), und durch die verkehrsreichsten Geschäftsviertel der Stadt führt, bildet mit den Strecken Nr. 1 und Nr. 2*) den Teil des Stadtbahnnetzes, den die Stadt Paris nach Übereinkunft mit der Unternehmerin zu bauen übernommen hat, während sie zum Baue der übrigen Linien nicht gezwungen werden kann. Da jedoch die Betriebsergebnisse der Strecke Nr. 1 überaus günstig ausgefallen sind, will die Stadt nicht nur den übrigen Teil des Bahnnetzes ausbauen, sondern plant jetzt aufserdem noch weitere Linien.

Die jetzt in Frage kommende Strecke nimmt ihren Anfang an der Avenue de Villiers (Abb. 7, Taf. XXXVI), wo eine gemeinsame Haltestelle mit getrennten Bahnsteigen für die Züge des hier heran kommenden Nordringes und die der Strecke Nr. 3 errichtet ist. Von hier aus ist nach dem Park-Monceau eine Umkehrschleife abgezweigt. Der Endpunkt der Strecke liegt am Gambettaplatze, wo sie sich in zwei kurze, tote Gleise gabelt, zwischen denen eine Wendeschleife liegt (Abb. 7, Taf. XXXIV).

Die Strecke ist ganz als Untergrundbahn durchgeführt und enthält siebzehn Haltestellen mit einem mittlern Abstande von 466 m. Ihre Bauart bietet nichts Neues. Vier von ihnen, die nur wenig unter der Strafsenfläche liegen, haben eine Decke aus Eisenbau, während die übrigen Ziegelwölbungen besitzen. Die Bahnsteige sind 4,10 m breit bei 75 m Länge, die allerdings bei den aus acht Wagen bestehenden 72 m langen Zügen nicht ganz ausreicht.

Eigenartig ist der Kreuzungspunkt dreier Strecken in ver-

*) Organ 1899, S. 153; 1901, S. 256 mit Plänen.

schiedener Höhenlage am Place de l'Opéra. Es sind dies die Strecken

1. Courcelles nach Ménilmontant,
2. vom Palais Royal nach dem Place du Danube und
3. die von Auteuil nach dem Place de l'Opéra (Abb. 3, bis 5, Taf. XXXIV).

Vorgenommene umfangreiche Bohrungen ergaben, dafs der Untergrund aus Triebsand bestand. Daher wurden mit Prefsluftgründung drei grofse Pfeiler von 8,25 $^m \times 6^m$, 19,50 $^m \times 8^m$ und 24,50 $^m \times 8^m$ Abmessung aus Ziegelmauerwerk, 20 ^{m} unter Strafsenoberfläche errichtet, auf denen die Giebelwände des obern Teiles mit den Tunneleinfahrten ruhen. Der Mittelraum dieses Mauerklotzes ist durch eine Eisendecke getrennt, auf der die Gleise der Stadtbahn liegen. Die Zugänge zu den Haltestellen der einzelnen Strecken werden durch Aufzüge erleichtert.

Weiter sind bemerkenswert die Kreuzungen dieser Stadtbahnstrecke mit den Abzugskanälen der Stadt, wie die des Kanales Clichy, Abb. 3 und 4, Taf. XXXIV, dessen Deckenwölbung von der Sohle des Stadtbahntunnels durchbrochen und an dieser Stelle durch I-Träger mit zwischen liegenden Kappen ersetzt wird. In ähnlicher Weise wird die Stadtbahnstrecke Nr. 4 unterkreuzt (Abb. 5 und 6, Taf. XXXVI). Um mit der Tunnelsohle nicht zu tief gehen zu müssen, ist hier auf kurzer Strecke die Tunnelwölbung wieder durch eine flache Decke ersetzt. An der Kreuzungstrecke mit dem Nordringe, am Boulevard Ménilmontant ist dieser mit der Strecke Nr. 3 für Dienstzwecke durch ein Anschlufsgleis verbunden, wie auch die Haltestellen beider Strecken durch einen Tunnel für die Fahrgäste in Verbindung stehen, um das Umsteigen zu erleichtern (Abb. 6, Taf. XXXIV).

Die Strecke sollte bis Ende 1903 fertiggestellt sein. Bei ihrer Bauausführung wurden für die Zu- und Abfuhr kleine Schmalspurlokomotiven mit Prefsluftantrieb verwendet. Um mit Leichtigkeit alle Baustellen mit diesen erreichen zu können, wurden ihre Querschnittabmessungen sehr klein gehalten, so dafs sie nirgends das Mafs von $1{,}50 \times 1{,}5\,^m$ überschreiten. Dabei vermögen sie 40 t Last auf 4 $^0/_0$ Steigung bei einer Zugkraft von 1950 kg zu befördern.

Die Baulänge der Strecke beträgt 7485 ^{m}. Ihre Baukosten belaufen sich einschliefslich aller Vorarbeiten auf 15.600,000 M., also auf 2084 M./m.

Diese Summe gleicht annähernd den Baukosten der Strecke Nr. 1, die 2116 M./m betragen, während die Baukosten des Nordringes die Höhe von 2248 M./m, und die des Südringes die Höhe von 2476 M./m erreichen. R—l.

Elektrische Lokomotiven für die New-York Zentral-Bahn.

(Railroad Gazette 1904, S. 418. Mit Zeichnungen.)

Die Lokomotiven sind dazu bestimmt, den Dampfbetrieb von der Grand-Zentral-Station in New-York durch den bekannten Tunnel in der IV. Avenue bis an das Ende der Strecke durch elektrischen zu ersetzen. Sie unterscheiden sich wesentlich von allen seither gebauten. Sie haben je vier zweipolige Gleichstrommaschinen für 600 Volt von 550 P. S. Die Leistung der Lokomotive beträgt also 2200 P. S. und kann bis auf 2800 P. S. gesteigert werden. Die Anker der Triebmaschinen sitzen unmittelbar auf den vier Triebachsen und werden durch die Achslagerführungen in der Mitte der Pole gehalten. Ankerkern und Stromwender sitzen auf einer Hülse, die auf die Achse geprefst wird. Die Bürstenhalter sind stromdicht mit über die Rahmen greifenden Bügeln an den Federstützen befestigt, so dafs sie in stets gleicher Lage zum Stromwender bleiben.

Während der magnetische Kraftlinienflufs bei den vierpoligen Maschinen gewöhnlich durch ein besonderes Gufsgehäuse geschlossen wird, bilden hier die Pole mit dem Lokomotivrahmen ein Ganzes, so dafs sich die Kraftlinien durch die Seitenrahmen, Endrahmen und Querverbindungen schliefsen. Die Polschuhe sind eben und senkrecht gestellt, so dafs der Luftspalt zwischen Anker und Polschuhen bei den senkrechten Bewegungen der Lokomotive auf ihren Federn nicht verändert wird.

Die Lokomotiven sollen eine Strecke von 54,4 km mit einem Zuggewichte von 495 t und einmaligem Aufenthalte in 1 Stunde zurücklegen; nach 20 Minuten Pause mufs die Rückfahrt ebenso erfolgen. Mit einem Zuggewichte von 392 t mufs die Strecke ohne Aufenthalt in 44 Minuten zurückgelegt werden; mit einstündigen Pausen nach jeder Fahrt mufs dieser Dienst dauernd geleistet werden.

Die Wahl fiel auf Gleichstromlokomotiven, weil deren Zuverlässigkeit nach den Erfahrungen, die man mit Gleichstrommaschinen gemacht hat, aufser Frage stand.

Die neue Lokomotive ist im ganzen 11285 mm lang; an jedem Ende hat sie eine bewegliche Laufachse; der ganze Achsstand beträgt 8235 mm, der feste 3965 mm. Die Triebräder haben 1118 mm, die Laufräder 914 mm, die Triebachsen 216 mm Durchmesser. Das Gewicht der Lokomotive beträgt 86 t, der Raddruck der Triebräder 7,7 t. Die Achsbüchsen und Achsen haben soviel seitliches Spiel, dafs die Lokomotive Krümmungen von 70 m Halbmesser leicht durchfahren kann. Der Oberteil der Lokomotive ist aus Stahlblech und Winkeleisenrahmen so gebaut, dafs der Luftwiderstand möglichst gering ausfällt.

Zwei Fahrschalter für 300 bis 750 Volt Spannung sind im Führerhause so aufgestellt, dafs der Führer für jede Fahrrichtung einen zur Hand hat. Mehrere zusammengekuppelte Lokomotiven können von einem Punkte gesteuert werden. Die Steuerung erfolgt teilweise selbsttätig, derart, dafs der Führer die Geschwindigkeit nicht über ein gewisses Mafs steigern kann. Löst sich die Kuppelung zwischen zwei Lokomotiven, so wird der Schaltstrom sofort unterbrochen, ohne dafs die Möglichkeit aufhört, die vordere Lokomotive zu steuern.

Die Lokomotive hat eine elektrisch angetriebene Luftpumpe, Pfeifen, eine Glocke, einen elektrisch betriebenen Prefsluft-Sandstreuer und eine elektrische Lampe an jedem Ende. Das Führerhaus wird elektrisch geheizt. Mit einem leichten Zuge dürfte die Lokomotive 120 km in der Stunde zurücklegen, für schwerere Züge wird man durch Zusammenkuppeln von zwei Lokomotiven ähnliche Geschwindigkeiten erreichen können. P—g.

Technische Litteratur.

Die Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Eisenbahn-Betriebs-Beamte und Studierende des Eisenbahnwesens, enthaltend elektrische Telegraphen, Fernsprechanlagen, Läutewerke, Kontakt-Apparate, Block-Einrichtungen, Signal- und Weichenstellwerke und sonstige Sicherungseinrichtungen von E. Schubert, Kgl. Preufsischem Eisenbahndirektor, Berlin. 4. umgearbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1903. Preis 6,0 M.

Das Werk verfolgt bekanntlich die Aufgabe, den höheren und mittleren Eisenbahnbeamten diejenigen physikalischen Grundlagen zu vermitteln, welche für das Sicherungswesen der Eisenbahnen namentlich aus dem Gebiete der Elektrizität mafsgebend sind und dann die zur Durchführung der Sicherung des Betriebes selbst getroffenen Anordnungen ihrem Wesen nach und in Ausführungsbeispielen vorzuführen.

Dieses Gebiet hat bei uns eine ganz aufserordentlich vielgestaltige Entwickelung angenommen, so dafs die Vorführung aller vorhandenen Ausführungsformen zu ganz ungewöhnlich umfangreichen und nur schwer übersichtlich zu haltenden Darlegungen zwingt.*) Die Kenntnis aller Einzelformen ist aber für den Dienst des Eisenbahnbeamten kein unbedingtes Erfordernis, und da es hier darauf ankam, das für den regelmäfsigen Dienst Erforderliche zu bieten, so beschränkt sich der Verfasser richtig auf die Erläuterung der für das Sicherungswesen mafsgebenden Gesichtspunkte, gibt aber bestimmte Ausführungsformen als Beispiele hinzu, so dafs das Buch auch die nötige Anleitung für Behandlung der vorhandenen Sicherungswerke bietet. Auf diese Weise hat es einen handlichen Umfang behalten, und dafs damit den Bedürfnissen des Betriebes in der Tat genügt wird und der richtige Weg eingeschlagen ist, folgt aus dem guten Rufe des Werkes, der es nun schon zur 4. Auflage führt. Wir machen auf deren Erscheinen besonders aufmerksam.

Das Recht im gewerblichen Arbeitsverhältnis. Von R. Lipinski. Bearbeitet auf Grund des Bürgerlichen Gesetzbuches, der Reichsgewerbeordnung, Verordnungen des Bundesrates und der Entscheidungen der Gewerbegerichte sowie der des Reichsgerichtes. Leipzig, R. Lipinski. Vollständig in 15 Heften zu 0,15 M, ganz 2,25 M.

Auf die Wichtigkeit einer solchen Zusammenstellung für alle Betriebe, in denen Arbeiter beschäftigt werden, braucht kaum besonders hingewiesen zu werden.

Tafeln zum Abstecken von Kreis- und Übergangsbögen durch Polarkoordinaten. Von Ingen. Max Perut, Bau-Adjunkt der K. K. österr. Staatsbahnen. Mit einem Vorworte und Gebrauchsanleitungen von Dipl.-Ing. Alfred Birk, Professor für Strafsen-, Eisenbahn- und Tunnelbau an der K. K. deutschen technischen Hochschule in Prag. Wien, Pest, Leipzig. A. Hartleben, 1903. Preis 3,60 M.

Es ist bekannt, dafs das Abstecken der Gleisbogen von einem Strahlpunkte im Bogen aus namentlich in schwierigem Gelände bequem ist, weil man sich dabei von der Linie selbst nie sehr weit zu entfernen braucht. Wir empfehlen daher das für den Feldgebrauch handlich gestaltete und zweckmäfsig ausgestattete Buch der Beachtung unserer Leser.

Artarias Eisenbahnkarte von Österreich-Ungarn mit Stationsverzeichnis. 1903. Vierte Neubearbeitung, dritte Auflage. Wien, Artaria und Co., Preis 2,20 Kr.

Das altbekannte, vortreffliche Kartenwerk und Hülfsmittel für den Verkehrsbeamten ist auf den neuesten Stand des Eisenbahnnetzes vervollständigt wieder erschienen.

Vom Werden und Wesen der Maschine. Genesis der mechanischen Technik in allgemein verständlicher Darstellung. Motoren von A. W. H. Roth. Berlin, A. Schall, Preis 3,50 M.

Das kleine Buch stellt sich die Aufgabe, die Entstehung und den heutigen Stand der Entwickelung der Kraftmaschine allgemein verständlich so darzustellen, dafs auch der Laie dadurch in die hauptsächlichen physikalischen Grundlagen und die tatsächliche Wirkungsweise der verschiedenen Arten von Kraftmaschinen eingeführt wird.

Die Praxis des Bau- und Erhaltungsdienstes der Eisenbahnen, bearbeitet von Dipl.-Ing. Alfred Birk, o. ö. Professor für Strafsen-, Eisenbahn- und Tunnelbau und für Betriebstechnik an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag, Eisenbahn-Oberingenieur a. D. 1. Heft. Allgemeine Vorkenntnisse. Halle a. S., W. Knapp, 1904. Preis 4 M.

Die in diesem Hefte begonnene Arbeit bildet einen Abschnitt des Werkes »Der Bahnmeister«. Handbuch für den Bau- und Erhaltungsdienst der Eisenbahnen, herausgegeben von Emil Burok, Bahnmeister der k. k. priv. österr. N.W.- und S.N.D.V.-Bahn. Zweiter Band.

Der Zweck des Werkes ist die Unterweisung der im äufsern Bahndienste angestellten mittleren Beamten, und diesem Zwecke entspricht die allgemein verständliche Behandlung des Stoffes. Dieses Heft bildet die Einleitung des im Titel bezeichneten Abschnittes, indem es die die allgemeinen Verhältnisse der Bahnen betreffenden Verhältnisse erörtert, wie die Geschichte, die Bauanlage, die Bahnarten, die Betriebsmittel, die verschiedenen Dienstzweige und ihre Einteilung, den Verkehr und dessen Widerstände. Die Darlegungen sind durch einfache formelmäfsige Festlegung der wichtigen Gröfsen und durch Mitteilung der wesentlichen Erfahrungswerte unterstützt.

Die Haltung des Heftes entspricht seinem Zwecke gut, so dafs ein befriedigendes Gelingen des Werkes in Aussicht steht.

*) Solche finden sich in „Eisenbahntechnik der Gegenwart“, Band II, D, Signal- und Sicherungs-Anlagen von Scholkmann, Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 1904.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die



Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Inhalt des sechsten Heftes, Juni 1905.

Original-Aufsätze. Seite

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Maschinen- und Wagenwesen.

Signalwesen. Seite

Betrieb.

Elektrische Eisenbahnen.

Technische Litteratur.

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.



Neue Folge XLII. Band. 6. Heft. 1905.

Die Berechnung der Fahrzeiten von Personen- und Schnellzügen.*)



Von **von Borries**, Geheimer Regierungsrat, Professor in Berlin.

Hierzu Abb. 1 und 2 auf den Tafeln XXXVII, XXXVIII und XXXIX.

1. Zweckmäfsigste Ausnutzung der Lokomotivkraft.

Die Lokomotive eines Zuges wird am besten ausgenutzt, wenn sie während der ganzen Dauer der Fahrt mit möglichst gleichmäfsiger Anstrengung arbeitet. Dies gilt besonders dann, wenn Fahrgeschwindigkeit und Zugbelastung so grofs sind, dafs die Lokomotive mit ihrer vollen Leistungsfähigkeit arbeiten mufs. Jede Verminderung der Anstrengung hat Zeitverlust in der Beförderung des Zuges, jede Überanstrengung Erschöpfung und darauf wieder Zeitverlust zur Folge. Wenn die volle Leistungsfähigkeit nicht beansprucht wird, so sind doch bei gleichmäfsiger Anstrengung Heizstoffverbrauch und Abnutzung am geringsten.

Den Lokomotiven wird die Leistung durch den Fahrplan vorgeschrieben. Dieser ist daher, wo es die sonstigen Rücksichten irgend zulassen, so einzurichten, dafs die Lokomotiven möglichst gleichmäfsig angestrengt werden. Entspricht der Fahrplan dieser Bedingung nicht, so gibt er den Lokomotivführern keinen Anhalt für zweckmäfsiges Fahren. Die Führer gestatten sich dann Abweichungen von den vorgeschriebenen Fahrzeiten, die häufig zu Verspätungen führen, oder sie befördern nicht die sonst erreichbaren Zuglasten. Ist die Fahrzeit auf Steigungen zu kurz bemessen, so wird oft Vorspann nötig, der bei richtiger Verteilung der Fahrzeit hätte erspart werden können.

Die Aufgabe, die Lokomotive gleichmäfsig anzustrengen, kann allerdings nur in beschränktem Mafse, nämlich nur da gelöst werden, wo die Lokomotiven bei voller Zuglast auch mit voller Leistung arbeiten können, ohne die zulässige Fahrgeschwindigkeit zu überschreiten. In Gefällen, wo die Züge ohne Triebkraft laufen, oder sogar gebremst werden müssen, ist dies nicht möglich.

2. Leistungsfähigkeit der Lokomotiven.

Die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven ist, soweit sie von der Dampfwirkung abhängt, nicht bei allen Geschwindigkeiten dieselbe. Sie nimmt im allgemeinen mit der Fahrgeschwindigkeit zu, weil bei höherer Geschwindigkeit die Feueranfachung gleichmäfsiger und die Ausnutzung der Dampfkraft durch die Dehnung günstiger werden*).

Das Mafs der Zunahme und ihre Grenze hängen von den Mafsverhältnissen der einzelnen Lokomotiven ab, die ihrerseits durch die jeweiligen Betriebszwecke bedingt werden.

Die Zusammenstellungen I und II nebst Textabb. 1 enthalten eine Darstellung der Leistungen von vier neueren, gut bewährten Schnellzug-Lokomotiven der preufsischen und bayerischen Staatseisenbahnen bei Geschwindigkeiten von 30 bis 100 km/St. in P. S. für 1 qm innerer Heizfläche. Unter Leistung ist dabei nicht die höchste, überhaupt zu erreichende, sondern die Leistung verstanden, die unter regelmäfsigen Verhältnissen mit Sicherheit auf die Dauer erzielt werden kann. Diese Leistungen sind aus zahlreichen Beobachtungen bei Versuchsfahrten auf verschiedenen Steigungen ermittelt, wobei die Bewegungswiderstände der Züge einschliefslich Lokomotive und Tender nach der Formel $w^{kg/t} = 2,4 + \frac{1}{1300} (V^{km/St})^2$ berechnet wurden.

Die Darstellung zeigt, dafs die Leistung mit abnehmender Geschwindigkeit bei den Verbund-Lokomotiven mit zwei Dampfzylindern rascher sinkt, als bei den Lokomotiven mit vier Zylindern, die sich hierin ebenso verhalten, wie Zwillingslokomotiven. Für jene müfste daher, wenn sie überall gleichmäfsig angestrengt werden sollten, die Geschwindigkeit mit Zunahme der Steigungen rascher vermindert werden, als für diese. Praktisch können diese Unterschiede aber nicht berücksichtigt werden, weil die Bestimmungen über die Geschwindigkeitsverminderung allgemein zu treffen sind; den Berechnungen, auf die sich solche Bestimmungen zu stützen haben, kann nur eine einzige Linie der Lokomotivleistung zu Grund gelegt werden.

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, C. W. Kreidel's Verlag Wiesbaden, Band I. Zweite Auflage, S. 68.

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden, Band III. Erste Auflage, S. 360.



Zusammenstellung I.

Leistungen L in P.S. auf 1 qm Heizfläche.

Linie der Textabb. 1	Lokomotivgattung	Bei einer Geschwindigkeit von km/St.							
		30	40	50	60	70	80	90	100
1	2/4 gekuppelte Verbund-Schnellzug-Lokomotive der preufsischen Staatsbahnen, Bauart Erfurt	3,34	3,99	4,45	4,75	5,04	5,26	5,40	5,50
2	2/4 gekuppelte Verbund-Schnellzug-Lokomotive der bayerischen Staatsbahnen, B. XI	3,61	4,30	4,73	5,04	5,32	5,57	5,72	5,80
3	3/5 gekuppelte vierzylindrige Verbund-Lokomotive der bayerischen Staatsbahnen, C. V	4,49	4,91	5,21	5,47	5,69	5,83	5,92	6,00
4	2/4 gekuppelte vierzylindrige Verbund-Schnellzug-Lokomotive der preufsischen Staatsbahnen	4,74	5,25	5,57	5,84	6,10	6,29	6,43	6,50

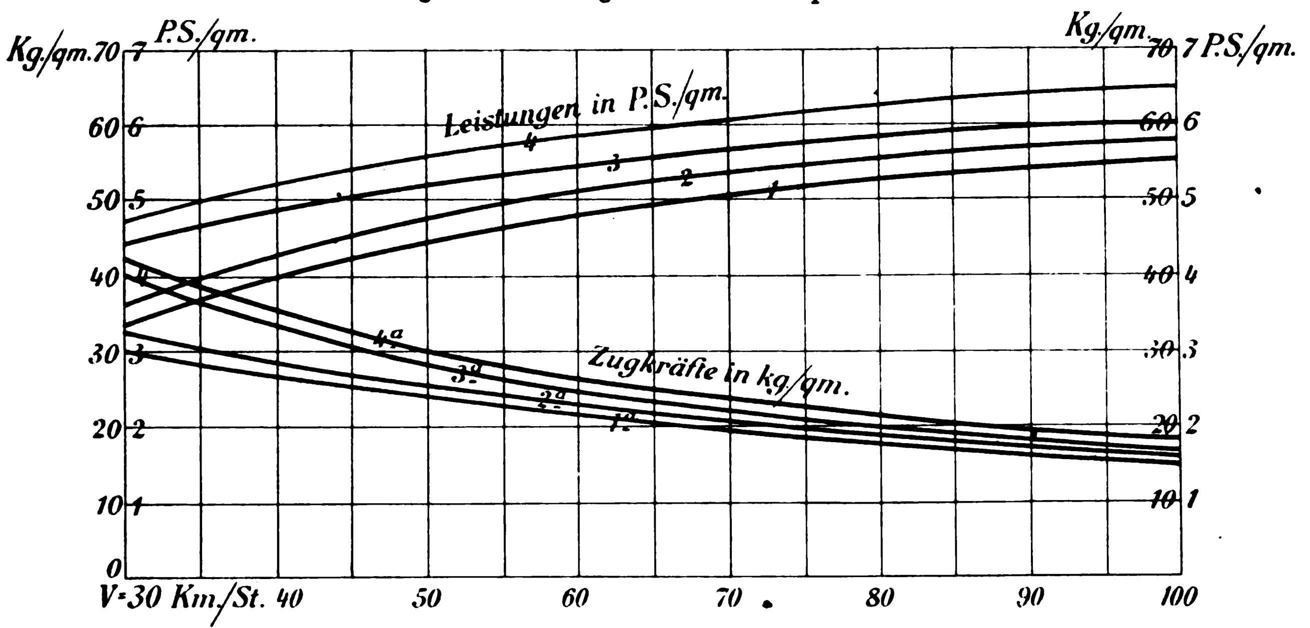
Zusammenstellung II.

Zugkräfte Z in kg auf 1 qm Heizfläche.

Linie der Textabb. 1	Lokomotivgattung	Bei einer Geschwindigkeit von km/St.							
		30	40	50	60	70	80	90	100
1a	2/4 gekuppelte Verbund-Schnellzug-Lokomotive der preufsischen Staatsbahnen, Bauart Erfurt	30,1	26,9	24,0	21,4	19,4	17,8	16,2	14,9
2a	2/4 gekuppelte Verbund-Schnellzug-Lokomotive der bayerischen Staatsbahnen, B. XI	32,5	29,0	25,5	22,7	20,5	18,8	17,2	14,7
3a	3/5 gekuppelte vierzylindrige Verbund-Lokomotive der bayerischen Staatsbahnen, C. V	40,4	33,1	28,1	24,6	21,9	19,7	17,8	16,2
4a	2/4 gekuppelte vierzylindrige Verbund-Schnellzug-Lokomotive der preufsischen Staatsbahnen	42,7	35,4	30,0	26,3	23,5	21,2	19,3	17,6

Abb. 1.

Leistungen L^{PS} und Zugkräfte Z^{kg} auf 1 qm Heizfläche.



Dafür könnte eine Vermittelungslinie aus den vier in Textabb. 1 dargestellten Linien gewählt werden. Da indes die überwiegende Mehrzahl der deutschen Schnellzüge zur Zeit mit zweizylindrigen Verbund-Lokomotiven gefahren werden, ist für die folgenden Untersuchungen die Leistungslinie einer Lokomotive dieser Gattung, und zwar die der Lokomotive B. XI. der bayerischen Staatseisenbahnen, Linie 2 der Textabb. 1, angenommen worden.

Aus der Lokomotivleistung $L^{\frac{P.S.}{qm}}$ ergibt sich die auf das qm Heizfläche entfallende Zugkraft $Z^{kg\,qm}$ aus der Gleichung $Z^{kg\,qm} = \frac{270\,L^{P.S.}}{V^{km\,St.}}$. Die Linien 1a bis 4a der Textabb. 1 stellen die hiernach berechneten Zugkräfte dar.

Bei geringer Geschwindigkeit wird die Leistung der Lokomotiven durch die Reibung der Triebräder auf den Schienen,

oder die Abmessungen der Dampfzylinder begrenzt, die nur eine bestimmte gröfste Zugkraft gestatten. Diese Beschränkung kommt indes bei den gröfseren Geschwindigkeiten der Personenzüge kaum in Betracht.

3. Der Bewegungswiderstand der Züge.

Der Bewegungswiderstand besteht bei geringer Geschwindigkeit vorwiegend in der Reibung der Achsschenkel in den Lagern und der Räder auf den Schienen, steht also in bestimmtem Verhältnisse zum Zuggewicht. Bei zunehmender Geschwindigkeit tritt hauptsächlich der Luftwiderstand hinzu, der von der Gestalt, besonders von den Querflächen des Zuges abhängt. Das Verhältnis des Luftwiderstandes zum Zuggewichte wechselt also bei einer und derselben Geschwindigkeit. Es ist um so kleiner, je schwerer und länger die Züge sind, und es ist wieder bei einem Zuge aus langen, vierachsigen Wagen kleiner, als bei einem gleich langen und gleich schweren Zuge aus kürzeren Wagen.

In den hier zu gebenden allgemeinen Bestimmungen kann aber die verschiedene Länge der Züge ebensowenig berücksichtigt werden, wie die Eigenart der einzelnen Lokomotivgattungen in ihrem Verhältnisse zwischen Geschwindigkeit und Leistungsfähigkeit. Man kann nur mit dem Durchschnitte der Zuglängen rechnen und darf daher auch unbedenklich den Luftwiderstand in ein festes Verhältnis zum Zuggewichte setzen. Möglich wäre es, für Züge aus vierachsigen Wagen den Luftwiderstand anders anzunehmen, als für die Züge aus kürzeren Wagen, die Fahrzeiten für jene also besonders zu bestimmen. Aus praktischen Gründen ist aber auch hiervon abgesehen worden. Im folgenden wird der Zugwiderstand auf wagerechter Bahn ausschliefslich nach der oben angegebenen Formel von Clark bestimmt. Die dabei angenommenen Zahlenwerte haben sich als Mittelwerte aus zahlreichen, von deutschen Eisenbahnverwaltungen mit Zügen aus zwei- und dreiachsigen Wagen angestellten Versuchen ergeben.

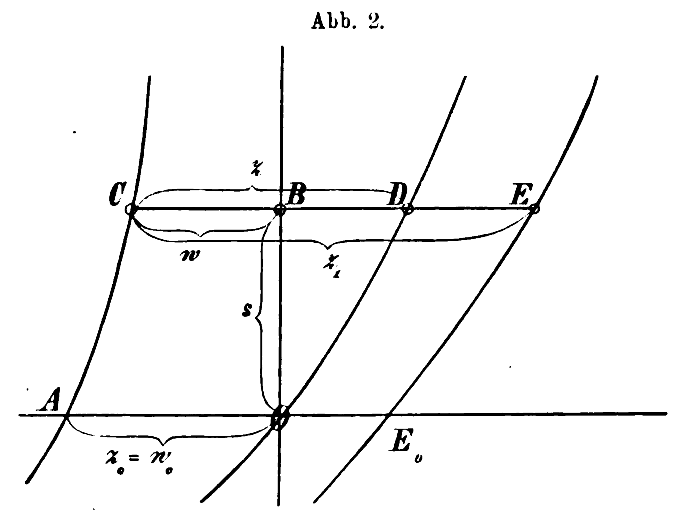
4. Grundgeschwindigkeit und Betriebslänge.

Die planmäfsige Fahrgeschwindigkeit eines Zuges auf wagerechter gerader, oder schwach gekrümmter Bahn nennt man »Grundgeschwindigkeit«, weil sie die Grundlage für die Berechnung der Fahrzeiten auf allen Streckenabschnitten bildet. Der Zug, der diese Geschwindigkeit vermöge der Lokomotivleistung auf die Dauer eben noch erreicht, ist der vollbelastete Zug. Die Fahrzeit in der Wagerechten ergibt sich durch Teilung der wirklichen Länge mit der Grundgeschwindigkeit. Um auch die Fahrzeiten für geneigte Strecken aus der Grundgeschwindigkeit berechnen zu können, führt man den Begriff der Betriebslänge ein. Die Betriebslänge ist die Länge der Wagerechten, die in derselben Zeit mit der Grundgeschwindigkeit durchfahren wird, wie die geneigte Strecke mit der ihr zukommenden Geschwindigkeit. Die Fahrzeit auf einer geneigten Strecke ergibt sich mithin durch Teilung ihrer Betriebslänge durch die Grundgeschwindigkeit.

5. Streckenzuschläge zur Bestimmung der Betriebslängen.

Nach den vorausgegangenen Ausführungen sind die Betriebslängen so zu bemessen, dafs die Lokomotiven bei Einhaltung der daraus abgeleiteten Fahrzeiten in den verschiedenen Steigungen gleichmäfsig beansprucht werden. Ein einfaches Verfahren zur Ableitung der Betriebslängen aus dieser Forderung ist das folgende, von von Borries*) angegebene. Es liefert die Streckenzuschläge, die zu den wirklichen Längen zu machen sind, um die Betriebslängen zu erhalten, und zwar in % der wirklichen Längen.

Abb. 2.



Trägt man vom Schnittpunkte O (Textabb. 2) zweier Achsen den der Grundgeschwindigkeit V_0 entsprechenden Widerstand für 1 Tonne Zuggewicht $OA = w_0 = 2{,}4 + \frac{V_0^2}{1300}$ nach links wagerecht, die Zuschlagverhältniszahlen s lotrecht ab, so entspricht jeder Zahl $s = OB$ eine andere Fahrgeschwindigkeit $V = \frac{V_0}{1+s}$, bei der wiederum ein anderer Widerstand $BC = w = 2{,}4 + \frac{V^2}{1300}$ eintritt. Durch Feststellung einer Anzahl der Punkte C ergibt sich somit eine Linie AC, die für verschiedene Zuschlagzahlen die Zugwiderstände w angibt. Anderseits ist der Widerstand w_0 auf wagerechter gerader Strecke der Zugkraft $z_0 = \frac{Z_0}{G}$ gleich, die die Lokomotive bei einer Gesamtzugkraft Z_0 zur Fortbewegung des Zuges vom Gewichte G ausüben mufs. Ebenso würde der der Zahl s entsprechenden Geschwindigkeit V die Lokomotive eine Zugkraft Z und eine solche für 1 Tonne $z = \frac{Z}{G}$ ausüben, wonach sich verhält: $\frac{z}{z_0} = \frac{Z}{Z_0}$. Das den bekannten Geschwindigkeiten V_0 und V entsprechende Verhältnis $\frac{Z}{Z_0}$ ist aus der Linie 2a der Textabb. 1 zu entnehmen. Hiernach kann für jeden Wert von s die Zugkraft z für 1 Tonne Zuggewicht ermittelt werden.

Weiter ist $z = w + x$, wenn x den Steigungs- und Krümmungswiderstand**) für eine Tonne Zuggewicht der der Summe

*) Organ 1887, S. 150; 1893, S. 85.

**) Der Krümmungswiderstand in kg/t kann aus der v. Röcklschen Formel $w = \frac{650}{R - 55}$ entnommen werden. Sie ergibt

für Halbmesser von	700	600	500	400	300	250 m
den Widerstand von	1	1,2	1,5	1,9	2,6	3,3 kg/t.

Da einer Steigung von 1‰ oder 1 mm auf 1 m ein Widerstand von 1 kg auf 1 t entspricht, so geben diese Zahlen zugleich den Grad der Steigung an, die den gleichen Widerstand bietet, wie die entsprechende Krümmung, mit anderen Worten, die Röcklsche Formel verwandelt den Krümmungswiderstand in Steigungswiderstand.

beider Widerstände entsprechenden Steigung in mm auf 1 m Bahnlänge oder in $^0/_{00}$ gemessen bezeichnet. Trägt man von C über B hinaus diesen Wert $z = CD$ ab, so bezeichnet $BD = z - w = x$ die der Zuschlagzahl $s = OB$ entsprechende Steigung x. Die Feststellung einer Anzahl Punkte D liefert eine Linie OD, die für verschiedene Steigungen BD die Zuschlagzahlen OB angibt. Für Gefälle verwandeln sich die Zuschläge in Abzüge. Diese Linie OD fällt, wie ersichtlich, für verschiedene Grundgeschwindigkeiten verschieden aus.

Bei Strecken mit stärkeren Steigungen und bei geringer Fahrgeschwindigkeit steigt die Linie OD so stark, dafs die geringste zulässige Geschwindigkeit vor der stärksten Steigung erreicht werden würde. In solchen Fällen ist es nötig, schwächere Züge zu fahren, also die Leistung der Lokomotiven nicht auf wagerechter Bahn, sondern erst von einer gewissen Steigung ab voll zu beanspruchen.

Bezeichnet G_1 das Gewicht des leichtern Zuges, so ist die für jede Tonne vorhandene Zugkraft $z_1 = \frac{Z}{G_1}$, oder da $z = \frac{Z}{G}$, $\frac{z_1}{z} = \frac{G}{G_1}$. Die Werte $z_1 = CE$ stehen daher zu $z = CD$ im umgekehrten Verhältnisse der Zuggewichte, also für jeden Fall in einem bestimmten festen Verhältnisse. Demnach läfst sich, wenn für irgend eine, beispielsweise die gröfste auf der fraglichen Strecke vorkommende Steigung ein Punkt E gegeben ist, von ihm aus nach Mafsgabe des Verhältnisses $\frac{CE}{CD}$ jeder weitere Punkt der Linie EE_0 festlegen. Diese Linie erreicht die Grundgeschwindigkeit V_0 schon bei der dem Punkte E_0 entsprechenden Steigung.

Die Linien werden hiernach folgendermafsen dargestellt. Man trägt zunächst auf der lotrechten Geraden OB die Zuschlagzahlen in einem bestimmten Mafstabe, etwa $1^0/_0 = 1$ mm,*) auf und ermittelt aus der Grundgeschwindigkeit die ihnen entsprechenden Geschwindigkeiten. Dann werden

1. aus der Formel $w = 2{,}4 + \frac{V^2}{1300}$ die jeder Zuschlagzahl entsprechenden Widerstände w berechnet und
2. aus der Textabb. 1, Linie 2a, die den Zuschlagzahlen entsprechenden Zugkräfte z entnommen. Trägt man dann die Werte von w bei den Zuschlagzahlen nach links, diejenigen von z von da zurück nach rechts hin, etwa im Mafsstabe von 1 kg = 10 mm*) wagerecht auf, so ergeben sich die Linien AC und OD. Aus diesen lassen sich weitere Linien für Züge mit geringerer Belastung herstellen, indem für gegebene Punkte E, die in der Regel den stärksten Steigungen und den gröfsten Zuschlägen entsprechen werden, das feste Verhältnis CE : CD und danach die nötigen Punkte der Linien EE_0 festgestellt werden. Die Abstände BD, BE stellen die Steigungs- und Krümmungswiderstände oder die beiden Widerständen entsprechende Steigung dar.

Nach diesem Verfahren sind die in den Abb. 1 und 2 der Taf. XXXVII bis XXXIX enthaltenen bildlichen Darstellungen der Zuschläge zur Berechnung der Betriebslängen für die Grundgeschwindigkeiten von 50 bis 100 km/St. ausgeführt**).

*) Auf den Tafeln XXXVII bis XXXIX ist der Mafsstab etwas kleiner gewählt.

**) Nach § 66, 2a der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Ordnung sind unter besonders günstigen Verhältnissen höhere Geschwindigkeiten zulässig. Die Berechnungen sind aber nur bis zu der Grundgeschwindigkeit von 100 km/St. ausgedehnt worden, weil genauere Unterlagen für höhere Geschwindigkeiten zur Zeit noch fehlen. Wo solche angewendet werden sollen, empfiehlt es sich, die auf den einzelnen Strecken erforderliche Fahrzeit durch Probefahrten festzustellen.

(Schlufs folgt.)

Bekohlungsanlage der badischen Staatseisenbahnen in Mannheim.*)

Von **F. Zimmermann**, Oberingenieur in Karlsruhe.

Die Ergebnisse bei der Benutzung der Bekohlungsanlage in Mannheim waren in der Zeit vom 1. Juli 1903 bis 30. Juni 1904 sehr günstige.

In Mannheim wurden am nördlichen Kohlenlager abgegeben:

a) mit der Ladebühne

56 439,4 t Ruhrkohlen	68 948,9 t
12 509,5 t Prefskohlen	

b) von Hand in Körben

11 386,2 t Ruhrkohlen	13 166,9 t
1 780,7 t Prefskohlen	

im ganzen also im nördlichen Kohlenlager

67 825,6 t Ruhrkohlen	82 115,8 t
14 290,2 t Prefskohlen	

Im Kohlenhofe wurden in derselben Zeit noch in Körben von Hand abgegeben:

1 918,7 t Ruhrkohlen	2 097,2 t
178,5 t Prefskohlen	

Die ganze Kohlenabgabe in Mannheim betrug also

69 744,3 t Ruhrkohlen	84 213,0 t
14 468,7 t Prefskohlen	

Diese ist gegen das Jahr vorher mit 77 714,4 t um 6 498,6 t gestiegen.

Die Abgabe von Hand im Kohlenhofe ist um

3 269,5 — 2 097,2 t = 1 272,3 t

zurückgegangen.

Die Abgabe von Kohlen und Prefskohlen mit der Verladebühne ist dagegen um

68 948,9 — 61 963,6 = 6 985,3 t

gestiegen.

Die Abgabe von Kohlen und Prefskohlen am nördlichen Lager mufste für die Tenderlokomotiven mit Körben stattfinden,

*) Organ 1903, S. 113, 1904, S. 33.



da die Verladebühne für die Abgabe an diese Lokomotiven noch nicht eingerichtet worden ist.

a) Arbeitslöhne der Kohlenarbeiter.

Die Kohlenarbeiter erhielten in der Zeit vom 1. Juli 1903 bis 30. Juni 1904 für die Verladung von 68 948,9 t Kohlen und Prefskohlen mit der Verladebühne	12 399,40 M
für die Verladung von 13 166,9 t mit Körben .	5 266,76 M
also am nördlichen Kohlenlager für 82 115,8 t	17 666,16 M
Nach der früheren Verladeweise mit Körben hätten sie hier . . . . erhalten.	39 113,77 M
Im Kohlenhofe haben die Arbeiter für Verladung von 2 097,2 t Kohlen und Prefskohlen mit Körben . . . . erhalten.	838,88 M
Die Arbeitslöhne der Kohlenarbeiter betragen 1903/04 im ganzen	18 505,04 M
gegen 18 874,90 M des früheren Jahrgangs.	
Bei der Steigerung der Kohlenabgabe um 6 498,6 t sind die Löhne also um . . . . zurückgegangen.	369,86 M

Bei Verladung aller Kohlen und Prefskohlen in Körben hätten die Kosten

39 113,77 M + 838,88 M = 39 952,65 M

betragen.

b) Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung der Verladebühne.

Die Kosten für Verstärkung der Laufbahnträger betrugen 870,74 M. Diese Kosten sind den Anlagekosten von 24 000 M zuzurechnen. Die Abschreibung mit 3,2 % = 870 M des früheren Jahres wiegt diese Baukosten wieder auf, sodafs für 1903/04 wieder mit 24 000 M Anlagekosten zu rechnen ist.

Die Unterhaltungskosten belaufen sich auf 731,83 M = 3,0 % der Anlagekosten. Bei Verzinsung mit 3,8 % erhält man für Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung mit 10 % von 24 000 M wieder . . . . 2 400 M.

c) Löhne der Kranführer.

Die Löhne der Kranführer der Kohlenverladebühne betrugen vom 1. Juli 1903 bis 30. Juni 1904 . . . 4 467,12 M.

Da 68 948,9 t Kohlen und Prefskohlen verladen wurden, entfallen auf 100 t an Lohn der Kranführer . . 6,48 M.

d) Stromkosten.

Nach einer Messung vom 7. bis 14. Januar 1905 wurden für Verladung von 100 t = 19,7 KW St. gebraucht. Bei Berechnung der KW St. zu 15 Pfg. betragen die Stromkosten für Verladung von 100 t = 2,96 M einschliefslich der Beleuchtung der Ladebühne.

Die Stromkosten für 68 948,9 t belaufen sich beim seitherigen Satze von 3 M für 100 t auf 2 068,47 M.

Die Nutzkostenberechnung stellt sich nun für das Jahr wie folgt:

a) Arbeitslöhne der Kohlenarbeiter	18 505,04 M
b) Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung der Verladebühne	2 400,00 M
c) Löhne der Kranführer	4 467,12 M
d) Stromkosten	2 068,47 M
	27 440,63 M

Da die Verladung in früherer Weise in Körben von Hand 39 952,65 M gekostet hätte, sind durch den Betrieb der Verladebühne, ohne die Kosten, welche früher für Abnutzung der Körbe entstanden sind, 12 512 M gespart worden, also 31,3 %.

Die Anschaffungskosten der ganzen Verladeeinrichtung mit 24 000 M sind durch die Ersparnis in zwei Jahren gedeckt.

Der Betrag für Arbeitslöhne der Kohlenarbeiter ist durch Benutzung der Verladebühne von 39 952,65 M. auf 18 505,04 M zurückgegangen und könnte noch weiter ermäfsigt werden, wenn das kleine Lager im Kohlenhofe, wo die Kohlenabgabe von Hand stattfindet, aufgegeben werden könnte, und namentlich wenn die Verladebühne für Bekohlung der Tenderlokomotiven eingerichtet wäre. Am nördlichen Kohlenlager müssen noch 13 166,9 t = 20 % der ganzen Kohlenmenge daselbst von Hand an die Tenderlokomotiven abgegeben werden.

Es ist nun in Aussicht genommen, an der Ladebühne in Mannheim eine Einrichtung zum Füllen der Kohlenkasten der Tenderlokomotiven zu treffen.

Die Kohlenladebühne in Mannheim ist bis jetzt noch nicht ausgenutzt. Der Betrag für Arbeitslöhne der Kohlenarbeiter wird daher nicht im Verhältnis der Zunahme der abgegebenen Kohlenmenge, sondern nur wenig steigen, da mit Zunahme der abgegebenen Kohlenmenge wieder die Lohnsätze für die bisher nicht vollbeschäftigten Arbeiter herabgesetzt werden.

Mit der Verladebühne, welche für eine Verladung von jährlich 200 000 t gebaut ist, werden jetzt erst rund 70 000 t abgegeben.

Die Stromkosten richten sich nach dem Bezugspreise und nach der Art der Verladung, je nachdem diese unmittelbar aus dem Wagen an die Lokomotive oder vom Wagen auf Lager und von da an die Lokomotive stattfindet. An den Stromkosten und auch an den Löhnen der Kranführer kann nicht mehr viel erspart werden.

Der wirtschaftliche Vorteil der Anlage ist um so gröfser, je billiger sie ist bei gleicher Leistung und guter Bauart.

Der Betrag für Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung mufs auf einen Mindestbetrag gehalten werden können. Grofse, teure Anlagen vermindern daher den Betriebsnutzen.

Die Zeit für die Bekohlung der Lokomotiven kann allerdings auf Kosten der Sparsamkeit noch wesentlich dadurch abgekürzt werden, dafs hochgelegene Kohlenbunker errichtet werden, welche mittels der Ladebühne vom Kohlenwagen ausgefüllt und aus denen die Lokomotiven mittels Schurren be-

kohlt werden. Die Kohlenbunker und der dadurch bedingte hohe Bau der Verladebühne verteuern aber die Anlage wesentlich. Auch werden die Stromkosten höher, wenn die feststehenden Kohlenbunker vom Lager ausgefüllt werden müssen, da die Ladebühne dann wegen jeder Greiferfüllung verfahren werden mufs. Hierfür würde wohl eine Verbesserung erzielt werden können, wenn die Kohlenbunker ebenfalls verfahren werden können.

Zusammenstellung der Reifenabnutzung an Lokomotiven mit innen und aufsen liegenden Zylindern.

Von **O. Busse**, Eisenbahndirektor in Kopenhagen.

In einem früheren*) Aufsatze habe ich erwähnt, dafs die dänischen Staatsbahnen als Gegenstück zu den Schnellzug-Lokomotiven K**) eine Lokomotive mit Innenzylindern beschafft haben. Fünf Lokomotiven dieser neuen Gattung C sind nun seit achtzehn Monaten im Betriebe, und ihre Leistungen sind während dieser Versuchszeit aufserordentlich befriedigende gewesen. Diese Vergleichslokomotiven sind in der Hauptanordnung so gebaut, wie die Eilzuglokomotiven der badischen Staatsbahnen*), doch sind alle Abmessungen möglichst genau dieselben, wie bei den früher beschriebenen dänischen Eilzuglokomotiven K.

Zum Vergleiche wurden die fünf jüngsten Lokomotiven der Gattung K Nr. 596 bis 600 ausgewählt und alle 10 Lokomotiven in denselben Schnellzugdienst eingestellt.

Zusammenstellung I.

Lokomotive	mm Abnutzung																Laufweg
	Rechtes Triebrad								Linkes Triebrad								
	a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h	km
C. Nr. 701. . .	4	4	3,5	4	4	4	4	4	4	4	4	3,5	3,5	4,5	3	3,5	99192
„ „ 702. . .	5	6	4	4,5	5	4,5	5	5	7	5	4,5	5	5	6,5	3,5	4,5	87173
„ „ 703. . .	10	6	5,5	5,5	4,5	6	4,5	5,5	6,5	5	7	6	5,25	4,5	5	4,5	93794
„ „ 704. . .	4	6	3,5	3,5	4	6	4	5	5	5	4	5	3.5	5	4	5,5	85530
„ „ 705. . .	3,5	3,75	3,25	3,25	2,5	3	2,5	3	4	5	5	7	4,5	6	4	4	84686
Zusammen:	26.5	25,75	19.75	21	20,25	23,5	20	22,5	26,5	24	24,5	26,5	21,75	26,5	19,5	22	450375
Durchschnittlich:	5,3	5,15	3,95	4,2	4,05	4,7	4	4,5	5,3	4.8	4,9	5,3	4,35	5,3	3,9	4,4	90075

Zusammenstellung II.

Lokomotive	mm Abnutzung																Laufweg
	Rechtes Triebrad								Linkes Triebrad								
	a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h	km
K. Nr. 596 . .	2	2	2	3	3	3	2	2,5	2	2	2,5	2,5	2,5	2	2,5	5	46828
„ „ 597 . .	3	6	3	2,5	3,5	3	3	4,5	3	3	3	2,5	2.5	3	3	4	47358
„ „ 598 . .	3,5	4	8	3	3,5	4	4,5	6,5	4	4	4	4	3	3	3,5	7	52892
„ „ 599 . .	3,5	4	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	3	3	4	3	2	2,5	7	41967
„ „ 600 . .	3	4	4	4	4	5	5	3,5	2	2	2	2,5	2,5	3	2,5	3	44569
Zusammen:	15	20	19,5	15	16,5	18	17,5	20,5	15	14	14,5	15,5	13,5	13	14	26	233614
Durchschnittlich:	3	4	3,9	3	3,3	3,6	3,5	4,1	3	2,8	2,9	3,1	2,7	2,6	2,8	5,2	46723

Die Radreifen aller Lokomotiven sind von **Krupp** nach denselben Bedingungen geliefert. Die Abnutzung ist nach vorgenommenen Messungen in den Zusammenstellungen I und II angegeben, und die gefundenen Durchschnittszahlen geben in den Textabb. 1 und 2 für Gattung C, in den Textabb. 3 und 4 für Gattung K die unrunde Gestalt des abgenutzten Reifens an, und zwar für das linke und rechte Rad. Die gröfste Abnutzung ist durchschnittlich 5,3 und 5,2 mm, und die Verminderung der Radreifenstärke durch Abnutzung und Abdrehen zusammen wurde demnächst zu 7 mm gemessen; ein Unterschied der beiden Lokomotiven ist in dieser Hinsicht also nicht vorhanden.

Ein ganz anderes Bild zeigt sich dagegen, wenn man die Laufwege betrachtet, indem jede Lokomotive C durchschnittlich 90 075 km zurückgelegt hat, während K nur etwa 46 725 km erreichte. Die Lokomotiven C haben somit eine Mehrleistung von rund 93 % gegen K aufzuweisen.

Auf die durchschnittliche Abnutzung bezogen, geben die Lokomotiven C einen Laufweg von 1700 km für 1 mm Abnutzung, K dagegen nur 900 km.

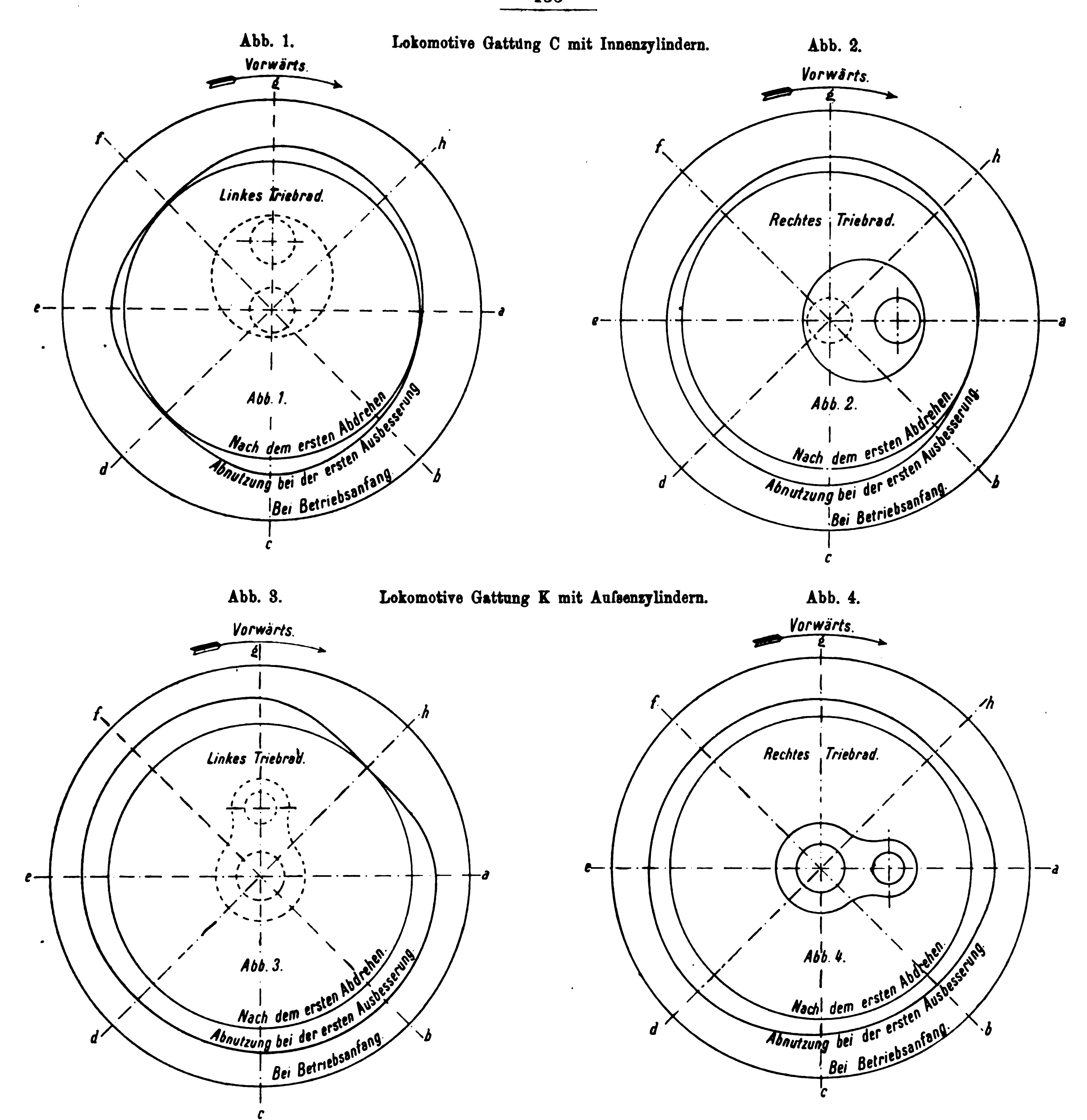
Ein Radreifen darf nach der letzten Abdrehung nicht weniger als 30 mm Stärke im Laufkreise haben und ich rechne deshalb, dafs jeder Reifen während seiner ganzen Laufzeit durchschnittlich siebenmal zum Abdrehen kommen werde. Der ganze ausgelaufene Weg eines Reifensatzes vom Auflegen bis zur Er-

*) Dieser Aufsatz schliefst an an Organ 1904, S. 80.

**) Organ 1896, Seite 231, Tafel XXXVII.

*) Organ 1896, Seite 41, Tafel VIII.





neuerung ist dann 8 ⨯ 90075 = 720600 km für C, und 8 ⨯ 46723 = 373784 km für K.

Jedes Abdrehen macht eine Ausbesserung der Lokomotive erforderlich, daher werden die Lokomotiven für dieselbe Laufstrecke zweimal so häufig in der Werkstätte erscheinen, als die der Gattung C.

Wenn gutes Wasser vorhanden ist und unter sonst günstigen Betriebsverhältnissen verteilen sich die Kosten einer Ausbesserung ungefähr mit 45 % auf den Kessel, 45 % auf die übrigen Lokomotivteile und mit 10 % auf den Tender. Die Ausgaben wegen Ausbesserung des Kessels sind in der Hauptsache von dem Laufwege abhängig, dagegen sind die Ausbesserungskosten für die Maschinenteile und den Tender ziemlich dieselben, ob die Lokomotive 46700 km oder 90000 km seit der letzten Ausbesserung zurückgelegt hat. Die zwei letztgenannten Posten betragen aber 55 % der ganzen Ausgabe, und es wird hieraus klar, wie vorteilhaft es ist, dafs die Lokomotiven grofse Laufwege zwischen den Ausbesserungen erreichen.

Hierzu kommt noch der Vorteil, dafs die Innenzylinder-Lokomotiven wegen ihrer weniger Werkstättentage seltener aufser Betrieb gestellt zu werden brauchen, woraus folgt, dafs man mit weniger Lokomotiven eine gröfsere Verkehrsmenge be-

wältigen kann; danach erkennt man, wie vorteilhaft die Lokomotiven mit Innenzylindern gegen die mit Aufsenzylindern sind; die Richtigkeit meiner Behauptungen über die Radreifenabnutzung ist hiermit durchaus bestätigt.

Es fehlt ja noch etwas, um die 160 000 km zu erreichen, welche angeblich auf englischen Bahnen für ein Abdrehen zurückgelegt werden sollen; dieser Unterschied mufs wohl dem bessern englischen Oberbaue zugeschrieben werden.

Die fünf K-Lokomotiven, die zu den Untersuchungen verwendet wurden, sind im Jahre 1902 beschafft und weichen von den früher beschriebenen dadurch ab, dafs die Heizfläche vergröfsert ist und die Radreifen verstärkt sind; das Leergewicht der Lokomotive ist 39,4 t. Es hat sich nämlich im Betriebe herausgestellt, dafs die Führer geneigt waren, immer einen weit höhern Wasserstand im Kessel zu halten, als den vorgesehenen; der Dampfraum wurde hierdurch verkleinert, erwies sich aber doch zureichend, und da eine gröfsere Heizfläche ja immer erwünscht ist, hatte ich kein Bedenken, die Feuerbüchsdecke höher zu legen und eine weitere Reihe von Rauchrohren im Langkessel anzubringen. Diese Änderung zeigte sich im Betriebe vorteilhaft. Auf Grund dieser Beobachtung habe ich für künftige Neubauten eine Formel für den Abstand p zwischen der Feuerbüchsdecke und dem Mantelbleche aufgestellt:

$$p = 0{,}25 \,.\, D + 80^{\text{mm}},$$

worin D den mittleren Durchmesser des Langkessels bezeichnet.

An den Lokomotiven C wurde der Kessel, der innenliegenden Zylinder wegen, um 200 mm höher gelegt, als bei K, hierdurch wurde es möglich, die Tiefe der Feuerbüchse und die Anzahl der Rauchrohre zu vergröfsern. Die Heizverhältnisse der beiden Lokomotiven sind in Zusammenstellung III angegeben.

Zusammenstellung III.

		C	K
Anzahl der Rohre		190	186
Heizfläche in den Rohren	qm	87,0	85,17
„ „ der Feuerbüchse	„	10.52	9,36
„ zusammen	„	97,52	94,53
Rostfläche	„	1,77	1,77
Wasserverdampfung in kg/St. bei 10 cm Saugewirkung	kg	5650	5300 *)
Leergewicht der Lokomotive	t	39,0	39,4

*) Berechnet nach Organ 1880, S. 16 und 87.

Die Änderung in der Bauart bewirkte jedoch, dafs das Gewicht des Kessels 710 kg höher ausfiel; hierzu kommt noch eine Gewichtsvermehrung um rund 500 kg für die gekröpfte Achse, die Lokomotiven C haben somit an Kessel- und Maschinengewicht 1210 kg Mehrgewicht.

Die weit günstigere Rahmenbeanspruchung und der Umstand, dafs die beiden zusammengegossenen Zylinder die vordere Rahmenversteifung bilden, ermöglichen dagegen eine ganz erhebliche Gewichtsverminderung der Rahmenteile. Wie schon früher*) erwähnt, konnte die Stärke der Rahmenbleche von 30 auf 25 mm herabgesetzt, der Rauchkammerboden bedeutend verschwächt und ein Teil der Versteifungen ganz fortgelassen werden, wodurch eine Gewichtsersparnis von rund 1620 kg erreicht wurde, nämlich:

an den Rahmenblechen	560 kg
am Rauchkammerboden	340 «
den beiden Zylinderversteifungen .	250 «
« anderen Versteifungen . . .	170 «
« Kreuzkopfführungen	300 «
zusammen	1620 kg

Für Gattung C bleibt also eine Gewichtsersparnis gegen K von 1620—1210 = 410 kg; das Reibungsgewicht der beiden Lokomotiven ist dabei ziemlich gleich.

Die Verwendung der gekröpften Welle vermehrt die Anschaffungskosten des Triebachssatzes um rund 3800 Mark, nennenswerte Preisunterschiede in der Herstellung der beiden Lokomotiv-Gattungen kommen aber nicht vor und man wird deshalb rechnen können, dafs eine Lokomotive C unter sonst gleichen Umständen etwa 3500 Mark teurer wird, als eine Lokomotive K.

Berücksichtigt man aber, dafs jede Lokomotive C eine etwa 93 % gröfsere Lauflänge zwischen zwei Ausbesserungen hat als K, so mufs zugegeben werden, dafs die erhöhten Anschaffungskosten vorteilhaft angelegt sind. Es ist zu bedauern, dafs man nicht früher zur vollen Erkenntnis dieser Vorteile der Innenzylinder gekommen ist, denn dann wären erhebliche Summen an Unterhaltungskosten gespart; ein Trost ist, dafs die Erkenntnis auf den Weg zur Vierzylinder-Anordnung leitet, auf dem man eine äufserst kräftige Lokomotive mit mäfsigen Reifenabnutzungen und Ausbesserungsausgaben erlangt.

*) Organ 1904, S. 81.

Über das Verschieben und Ordnen von Güterzügen.

Von **H. Jacobi**, Geheimer Baurat in Cassel.

Vorschriften über die Anlage von Verschiebebahnhöfen und über die Ausführung der Verschiebearbeit sind mehrfach veröffentlicht. Es fehlt aber eine Bestimmung darüber, in welche Ordnung die Güterzüge gebracht werden müssen, und auf welchen Bahnhöfen der von ihnen durchlaufenen Strecken diese Züge geordnet werden sollen. Dies kann am Anfang des Laufes, in der Mitte, oder gegen das Ende geschehen, die Zugordnung kann viele oder wenige Gruppen in einem Zuge verschieben. Mitteilungen über die hierbei zu befolgenden Grundsätze sind dem Verfasser dieses Aufsatzes nicht bekannt geworden. In folgendem soll versucht werden, für diese Fragen einige Vorschläge zu machen. Sie sind dem Betriebe innerhalb des Bezirkes der Direktion Cassel entnommen. Vielleicht veranlafst dieser Aufsatz eine berufenere Feder, allgemeinere Vorschriften über diesen Punkt zu veröffentlichen.

Die Aufgabe, die gewöhnlich von dem Verfasser von Güterzugfahrplänen zu lösen ist, lautet: für eine bestimmte Menge von Wagen ist eine Beförderungsgelegenheit von einer gegebenen

Station und zu einer gegebenen Zeit zu schaffen. Seltener ist die Ankunftszeit auf der Endstation gegeben und danach der Fahrplan rückwärts zu suchen.

In dem hiernach herzustellenden Fahrplane ist die Frage der Zusammensetzung des Zuges, wie diese auf der Anfangsstation und auf den Zwischenstationen ausgeführt werden soll, eine ebenso wichtige, wie die Frage der Fahrzeiten und der Bremsbesetzung. Von ihrer richtigen Lösung hängt es ab, ob der Zug seine Beförderungsaufgabe erfüllt, oder ob er an Unregelmäfsigkeiten zu leiden hat und durch Verspätungen zu Beschwerden Veranlassung gibt.

Zunächst ist zu untersuchen, wo ein Güterzug geordnet werden soll. Die Aufgabe der Verschiebe- oder Zugordnung ist: die Wagen im Zuge so zu stellen, dafs sie auf ihrer Zielstation auf dem kürzesten Wege zu ihrer Verwendungsstelle gebracht werden können. Die sich hieraus ergebende Zugordnung kann nun auf der Anfangstation eines Zuges oder auf einer Zwischenstation hergestellt werden. Die Wahl der Verschiebestation hängt meist von der Gleislage der Bahnhöfe ab, die der Zug befährt, ob diese Verschiebungen gestatten. Ohne Rücksicht auf diese Vorfrage würde die Regel lauten: Ein Zug, der seine Zusammensetzung in seinem Laufe garnicht oder wenig ändert, ist auf der Anfangstation zu ordnen; dagegen ist ein Zug, der seine Zusammensetzung unterwegs bedeutend ändert, auf einer Mittelstation zu ordnen, oder er kann auch, wenn die Endstation es zuläfst, auf dieser bunt ankommen. Ein Fernzug ist also immer auf der Anfangstation so zu ordnen, wie er auf der Endstation ankommen soll, seine Durchführung ist den Stationen und Fahrbeamten die angenehmste Aufgabe, mit ihm hat nur die Anfangsstation Arbeit. Da er nur bei Massenverkehr gebildet werden kann, so ist seine Anfangstation stets ein gröfserer Verschiebebahnhof und seine Zusammensetzung (bei uns meist Kohlen- oder Kokswagen) eine sehr einfache.

Schwieriger ist die Zugordnung eines Durchgangszuges zu bestimmen. Geht solcher Zug nur durch einen Direktionsbezirk, so werden die in dem Zuge zu bildenden Gruppen danach festgesetzt, dafs sich ihre Abstellung auf den Zielstationen möglichst leicht vollzieht. Es werden also nicht mehr Gruppen gebildet, als nötig sind; diese Gruppen werden so hintereinander gestellt, dafs sie auf der Station, nach der sie bestimmt sind, je nach der Gleislage durch die Zuglokomotive vorn, oder durch eine Verschiebelokomotive vom Ende des Zuges abgezogen werden können. Besonders wichtig ist die Stellung der Gruppe der Umladewagen, die an die Umladebühnen gesetzt werden sollen, diese sollen zum Abnehmen vom Zuge möglichst bequem stehen.

Zu bestimmen ist für jeden Fall auch, ob die unterwegs beizustellenden Wagen der Zwischenstationen, auf denen der Zug hält, gleich in die betreffende Gruppe eingeordnet, »kursmäfsig eingestellt« werden sollen, oder ob die kursmäfsige Verteilung in die Gruppen auf einer Mittelstation geschehen kann.

Wichtig ist, dafs nur soviel Gruppen verlangt werden, als wirklich zur schnellen Abwickelung des Verkehrs nötig sind, und nicht zur Bequemlichkeit der Stationen mehr gefordert werden. Es ist eine Beschwerung der Anfang-Verschiebestationen, wenn die Übergänge auf einer gröfseren Zwischenstation gleich getrennt angebracht werden sollen, und nicht von dieser Zwischenstation selbst getrennt werden. In einem Durchgangszuge Soest-Thüringen ist beispielsweise der Übergang in Cassel R für vier Richtungen in einer Gruppe enthalten: nach Waldkappel, Cassel U, Cassel O und Münden. Diese Richtungen aus der von dem Zuge ausgesetzten Achsenzahl auszusuchen, wird der Station Cassel R selbst aufgegeben.

Ein anderer Durchgangszug Soest-Altenbeken-Warburg setzt in Altenbeken eine Gruppe ab, die von Altenbeken in die Richtungen nach Detmold und nach Hameln-Hildesheim getrennt werden mufs. Dies war zeitweise der Station Soest bei Bildung des Zuges ebenfalls aufgegeben, wurde aber später als eine unnötige Belastung dieser Station ihr abgenommen, weil Altenbeken doch nach den genannten beiden Richtungen ordnen mufs, und hierbei auch die Trennung der von Soest gekommenen Achsen leichter bewirken kann, als dies Soest vermochte. Wenn jedoch ein Durchgangszug mehrere Direktionsbezirke durchläuft, so ist die Bestimmung, wo er geordnet werden soll, nicht blofs nach sachlichen Rücksichten zu treffen. Jede Direktion sucht sich selbst möglichst zu entlasten und ihren Nachbarn möglichst viel aufzubürden. Es werden also bei den Festsetzungen über die Ingangsetzung von Durchgangsgüterzügen, wenn sie einmal als durchaus nötig ermittelt sind, für die von den Nachbarn angebrachten Züge die weitestgehenden Trennungen an Gruppen verlangt; im eigenen Bezirke soll nichts mehr geschehen, vielmehr alles bereits im Nachbarbezirk besorgt sein. Hier ist denn erst durch längere Verhandlungen ein Ausgleich zu schaffen, dafs die Bestimmung der Verschiebestation nach Mafsgabe der einzelnen Stationen getroffen wird.

Bei Ortsgüterzügen hat die Bildung von vielen Gruppen auf der Anfangsstation meist wenig Erfolg. Diese Züge müssen natürlich auch in einer bestimmten festen Ordnung von der Anfangstation abgelassen werden, der mafsgebende Gesichtspunkt mufs dabei jedoch der sein, dafs das Ab- und Zuzetzen unterwegs auf den Zwischenstationen leicht ausführbar sein soll. Bei Ausladezügen kommt noch die Rücksicht hinzu, dafs das Ein- und Ausladen der Stückgüter auf den Zwischenstationen möglichst leicht von statten geht. Danach ist die Stellung der Kurswagen zu bestimmen, die in jedem Zuge anders verlangt wird. Da solcher Zug auf der Endstation durch das Ein- und Aussetzen der Zwischenstationen doch meist sehr bunt ankommt, so ist auch von vornherein zu beachten, dafs nur diejenigen Wagen zusammen in einer Gruppe von der Anfangstation abzugehen brauchen, die bis an das Ende durchlaufen; die übrigen brauchen nur bequem für das Aussetzen geordnet zu sein.

Diese Erwägungen greifen besonders bei den Eilgüterzügen und Viehzügen Platz. Diese, die mehrere Direktionen und oft weite Strecken, etwa Berlin-Cöln, Hamburg-Frankfurt, durchlaufen, haben nur wenige von Anfang bis zu Ende durchlaufende Wagen. Unterwegs wird ab- und zugesetzt, besonders Viehwagen nach der Endstation, oder auch nach verschiedenen Zielstationen, kurz der Zug wechselt seine Zusammensetzung mehrfach. Wo diese Züge zu ordnen sind, ist nicht nach vorgefafsten Meinungen, dafs etwa eine Direktion sich möglichst entlasten will, zu bestimmen, sondern nach Mafsgabe der Gleisanlagen auf den Stationen. Es wird also der Berlin-Cölner Viehzug 6164 in Holzminden, der Eilgüterzug 6040 derselben Strecke in Altenbeken neugeordnet, damit in Soest die Abfuhr der

verschiedenen Gruppen in die verschiedenen Richtungen des Ruhrgebietes ohne Aufenthalt geschehen kann.

Die zweite Frage ist: wie soll geordnet werden, das heifst, wie soll die Reihenfolge der Wagen in den Güterzügen sein, damit der Zweck, sie auf ihrer Zielstation auf dem kürzesten Wege zu ihrer Verwendungsstelle bringen zu können, erreicht war? Die Antwort lautet: Jeder Wagen soll auf seiner Zielstation so nahe wie möglich an der Lokomotive stehen, die ihn vom Zuge abzieht. Wenn also auf Zwischenstationen die Zuglokomotive die Wagen für die Zwischenstation aussetzt, so müssen die für diese Station im Zuge befindlichen Wagen möglichst nahe der Zuglokomotive stehen. Wenn auf gröfseren Stationen eine Verschiebelokomotive den Zug vom Schlufs aus bearbeitet, so müssen die von dieser abzuziehenden Wagen möglichst nahe dem Schlusse stehen. Wenn endlich ein Zug auf einer gröfseren Endstation ganz aufgelöst wird und in Verteilungsgleise von einem Berge abläuft, so ist ein Ordnen des Zuges vorher nicht nötig, er kann bunt ankommen.

Damit die Zusammenstellung eines Zuges in möglichst kurzer Zeit zur Ersparung von Arbeitslöhnen geschehen kann, ist die Bildung von möglichst wenig Gruppen im Zuge anzustreben; es sind nur soviel Gruppen zu bilden, als für die Abwickelung des Betriebes wirklich nötig sind.

Hiernach ist also erforderlich, dafs hinter der Lokomotive und hinter dem Packwagen, wenn dieser erster Wagen ist, zunächst diejenigen Stationen erscheinen, auf denen die Zuglokomotive die Wagen bei Seite stellt. Sodann sind auch für die Endstation die einzelnen Gruppen so zu ordnen, dafs sie dort auf möglichst kurzem Wege in die für sie bestimmten Aufstellgleise gebracht werden können. Dabei ist zu entscheiden, ob einzelne Gruppen geschlossen an einen Anschlufszug gebracht werden müssen, oder ob die Endstation so eingerichtet ist, dafs von ihr aus vollständig neue Züge aus den Verteilungsgleisen am Verschiebeberge gebildet werden. Dies trifft beispielsweise für die ankommenden Züge in Soest zu.

Aufserdem wird fast regelmäfsig als Erfordernis bezeichnet, dafs die Stückgutwagen zum Ansetzen an die Umladebühne zusammengestellt sein müssen, um sie rasch und auf einmal ablaufen lassen zu können. Dazu wird häufig vorgeschrieben, dafs auch auf den Zwischenstationen die Stückgutwagen, die überhaupt eine besonders aufmerksame Behandlung verlangen, zu den übrigen bereits vorhandenen gesetzt, alle Stückgutwagen also als eine geschlossene Gruppe angebracht werden sollen. Ob dies wirklich nötig und häufig nicht blofs eine Vorliebe für die Stückgutwagen ist, mufs jedesmal festgestellt werden. Ebenso wird für mitgehende Eilgut- und Viehwagen bisweilen ein bestimmter Platz im Zuge vorgeschrieben, etwa gleich hinter der Lokomotive. Auch hier richtet sich die Entscheidung, welches der richtige Platz für diese Sendungen ist, danach, wie sie auf der Endstation weitergebracht werden, ob sie von vorn mit der Zuglokomotive abgezogen, oder von hinten mit der Verschiebelokomotive fortgesetzt werden.

Ferner ist vorzuschreiben, ob innerhalb einer Ortsgruppe, etwa für Cassel, die Wagen für Cassel selbst getrennt von den für den Übergang in Cassel angebracht werden müssen, wie dies oben bereits erwähnt wurde. Die Trennung ist für die empfangende Station bequemer, das ungetrennte Anbringen für die ordnende Station leichter. Wenn ein Anschlufszug kurze Zeit nach der Ankunft eines Durchgangszuges abgehen mufs, so dafs das Überführen von dem ankommenden auf den abgehenden Zug in nur kurzer Zeit zu bewerkstelligen ist, so ist das Ausscheiden der übergehenden Wagen schon auf einer Vorstation bisweilen nötig, in der Regel kann aber der Fahrplan so gestaltet werden, dafs die Station, die den neuen Zug abläfst, die mitzuführenden Wagen aus der für sie gebildeten Gruppe »Ort und Übergang« aussuchen kann. Eine sachliche Beurteilung der Leistungsfähigkeit der einzelnen Trennungsbahnhöfe wäre sehr erwünscht, die jedem Bahnhofe die von ihm zu bewältigenden Aufgaben nach seiner Gleislage ohne Rücksicht auf die Bezirksgrenzen zuweist.

Eine wesentliche Erleichterung des Verschiebens wird durch die Einrichtung erreicht, dafs die von einer grofsen geeigneten Verschiebestation ausgehenden Züge nur Wagen einer Richtung mitnehmen dürfen, so dafs sie die nächste oder auch mehrere hintereinander liegende Trennungstationen geschlossen durchfahren, und dafs auch auf den gröfseren Zwischenstationen nur Wagen nach der einen Richtung zugesetzt werden dürfen. So bildet die Verschiebestation Göttingen drei Durchgangszüge nach Hamburg, zwei Durchgangszüge nach Bremen, drei Ortszüge nach Hannover-Hainholz und drei Ortszüge nach Hildesheim. Die Trennungstation ist hier Nordstemmen, der die Verschiebearbeit von Göttingen abgenommen ist. Die Verschiebestation Soest bildet nach Osten zu 29 Züge täglich, davon 9 nach Holzminden, 5 nach Leipzig, 4 nach Gerstungen. Die Holzmindener Züge werden auf ihrer Endstation in solche nach Halberstadt und in solche nach Börssum-Magdeburg aus einander getrennt. Dies geschieht in Holzminden und nicht schon in Soest, weil in Soest die Gleise des Verschiebebahnhofes zu diesen Zugtrennungen nicht mehr ausreichen. Dagegen fahren die Leipziger und die Gerstunger Züge von Soest ungeteilt bis zur Endstation durch, auf den dazwischen liegenden Verschiebebahnhöfen werden nur einzelne Gruppen »Ort oder Übergang« abgesetzt, ihnen ist für diese Züge das Verschieben abgenommen.

Als Beispiele sind nachstehend die Gruppen angegeben, in die einige vorher genannte Züge geteilt werden.

Der Viehzug 6164, der Freitag und Sonnabend abends von Magdeburg nach Cöln-Nippes gefahren wird, und der neben dem Vieh aus Galizien, Oberschlesien und Sachsen auch die von den Seitenlinien zufliefsenden Ladungen sammelt, wird in Holzminden in folgende 11 Gruppen geordnet:

1. Packwagen und Personenwagen für Viehbegleiter, 2. Zwischenstationen bis Soest, 3. Soest Ort und Übergang nach Hamm, 4. Dortmund, 5. Essen, (4. und 5. zum Absetzen in Holzwickede), 6. Hagen Ort und Übergang, 7. Barmen-Rittershausen, 8. Elberfeld-Steinbeck, 9. Düsseldorf Ort und Übergang einschliefslich Neufs, 10. Cöln-Gereon, 11. Cöln-Nippes.

Von den 3 Durchgangszügen von Holzminden nach Magdeburg wird der eine Nr. 6791 in 8 Gruppen, die beiden anderen Nr. 6793 und 6795 nur in 4 Gruppen geordnet. Der erste Nr. 6791 enthält: 1. Packwagen, 2. Zwischenstationen, 3. Börfsum Ort und Übergang nach Braunschweig, Jerxheim, Oschersleben bunt, 4. Magdeburg Ort und Übergang,

5. Stationen bis Potsdam, ausschliefslich Gruppe 6, 6. Potsdam, 7. Berlin-Potsdamer Bahnhof, 8. Grunewald Ort und Übergang bunt.

Bei den Zügen 6793 und 6795 lautet die Zugordnung: 1. Packwagen, 2. Zwischenstationen bis Börssum, 3. Börssum Ort und Übergang Richtung Braunschweig, Jerxheim, Oschersleben, bunt, 4. Magdeburg Ort und Übergang bunt. Diese Verschiedenheit ist daraus entstanden, dafs in Holzminden zwischen den von Westen eingehenden Zubringezügen und dem Abgange von Zug 6791 Zeit genug vorhanden ist, um die angegebenen 8 Gruppen zu bilden. Bei den beiden anderen Zügen mufs der Abgang nach Osten so zeitig erfolgen, dafs für die Trennung der 4. Magdeburger Gruppe in 4 weitere Gruppen keine Zeit gewonnen werden kann, die Auseinanderteilung dieser Wagen mufs daher nach Magdeburg verlegt werden.

Bei anderen Zügen sind die Wagen für die Zwischenstationen an das Ende verwiesen, beispielsweise bei den Zügen 6731, 6733 und 6735 Göttingen-Hamburg. Hier lautet die Zugordnung: 1. Packwagen, 2. Stückgutwagen für Hamburg Ausfuhr, 3. Ladungen für Hamburg Ausfuhr, 4. Sonstige Wagen mit Ladungsgütern, für Hamburg Ort und Übergang, 5. Wagenladungen für Zwischenstationen bis zur Ausnutzung der Zugkraft in der Reihenfolge: Harburg, Lüneburg, Ülzen, Celle.

Bisweilen ist es vorteilhaft den Packwagen in die Mitte des Zuges zu stellen, so bei den Ausladezügen 6728 und 6729 Göttingen-Hainholz. Die Ordnung für Zug 6729 ab Göttingen lautet: 1. Bremswagen für den wachthabenden Fahrbeamten; hierzu kann ein beladener Wagen für Hainholz oder ein Kurswagen Verwendung finden; 2. Wagen für die Zwischenstationen bis zur Übergangstation Elze in Stationsfolge; 3. Nordstemmen Ort und Übergang, 4. Barnten bis Wülfel, 5. Packwagen, 6. Stückgutkurswagen nach Hainholz Ort und Übergang; 7. Ladungen für Hainholz Ort und Übergang; 8. Feuerzeugwagen Göttingen-Hainholz; 9. Stückgutwagen für Nordhausen Ort und Übergang auf Zug 8551 in Northeim.*)

Ein Zug mit so vielen Gruppen, die unterwegs wechseln, kann nur langsam vorwärts kommen. Daher ist die dritte Frage zu beantworten: welche Zeit ist für das Verschieben anzusetzen, sowohl auf der Anfangstation als auf den Zwischenstationen? Das Ablaufen in Verteilungsgleise geht am raschesten bei schweren und gleichmäfsig beladenen offenen Wagen, also bei beladenen Kohlenwagen. Hier werden einschliefslich Aufziehen auf den Ablaufberg auf 100 Achsen 30 Minuten gerechnet. Von einem Ablaufberge konnten also in 24 Stunden 4800 Achsen ablaufen, doch werden als höchste Belastung wegen der unvermeidlichen Unregelmäfsigkeiten 4000 Achsen in 24 Stunden angenommen. Langsamer geht es bei solchen Zügen, die leere und beladene Wagen durcheinander gemischt führen; am langsamsten laufen leere, offene Wagen; auch Gegenwind behindert oft das Verschiebegeschäft. Bei Verschiebeanlagen, die solche gemischt geordneten Züge auseinanderteilen müssen, rechnet man auf die Stunde 100 Achsen, also dir Hälfte des vorstehend erwähnten, günstigsten Falles.

*) Dazu Anmerkung: a) Salzderhelden und Elze setzen ihre Stückgutkurswagen für Hainholz hinter Gruppe 1 ein. b) Auf der Zuganfangstation sollen die Wagen für die Zwischenstationen vor den Packwagen, und hinter diesem die Wagen für die Endstation eingestellt werden; unterwegs zugehende Wagen sind vorn einzustellen.

Noch längere Zeit wird gebraucht bei Verschiebebewegungen, die ohne Ablaufberg mit der Zug- oder Verschiebe-Lokomotive auf gewöhnlichen Bahnhofsgleisen ausgeführt werden müssen; ein Vorziehen der Lokomotive mit Absetzen der Wagen und Zurückfahren an den Zug dauert bei nicht gar zu weiten Wagen bis zu 5 Minuten. Ist also ein Viehzug, dessen Wagen weder ablaufen dürfen, noch abgestofsen werden sollen, zu ordnen, so kommt es auf die Zahl der vorzunehmenden Vorfahrten der Lokomotive an, um die ganze Verschiebezeit zu bestimmen. Nach angestellten Proben waren zum Ordnen des vorher genannten Viehzuges 6164 in Holzminden 17 Hin- und Herfahrten der Verschiebe-Lokomotive und 78 Minuten Zeit erforderlich, für eine Lokomotivfahrt also 4 bis 5 Minuten. In dieser Zeit wurden 65 Achsen geordnet, also etwa eine Achse in der Minute.

Zwischen diesen vorbezeichneten Grenzen 0,3 bis 1 Minute für die Achse bewegt sich demnach die für das Aussetzen anzunehmende Zeit, die bei überschläglichen Ermittelungen eingesetzt werden kann, und die sich verdoppelt oder verdreifacht, wenn ein Wagen zweimal oder dreimal umgesetzt werden mufs.

Dafs dies bei bestehenden nicht erweiterungsfähigen Bahnhofs-Anlagen vorkommt, ist jedem Betriebsbeamten bekannt; das Bestreben geht dahin, diese »Umsetzungen« auf die möglichst geringe Zahl zu vermindern.

Wenn daher Bahnhofbedienungsplan und Wagenübergangsplan für einen Bahnhof aufzustellen sind, so richtet sich die Zeit, binnen welcher ein angekommener Wagen zur Entladung bereit steht, oder binnen welcher er in einen Anschlufszug eingesetzt sein kann, fast ausschliefslich nach den Gleisverhältnissen des Bahnhofes. Es fragt sich, welche Wege der Wagen zurückzulegen hat, ob er ablaufen kann, oder abgestofsen werden mufs, ob er vielleicht auch garnicht abgestofsen werden darf, sondern mit der Lokomotive an Ort und Stelle gebracht werden mufs. Danach ist die Zeit, die verbraucht wird, kürzer oder länger und in jedem Falle besonders festzusetzen.

Zu diesen Erwägungen, wo geordnet werden soll, welche Gruppen gebildet werden sollen und welche Zeit verwendet werden darf, kommen noch die weiteren Vorschriften über die Bremsverteilung, über die Stellung gewisser Wagen, beispielsweise der Langholzwagen und beschädigter Wagen an das Ende, Heuwagen entfernt von der Lokomotive. Aufserdem erfordert die Entscheidung, in welchen Übergang eine entferntliegende Empfangstation gehört, eine gewisse Erfahrung, die erst durch Übung erworben wird. Hieraus ergibt sich, dafs die Leitung des Verschiebedienstes bei einigermafsen verwickelten Verkehre eine sorgsame Behandlung erfordert, und dafs die an den leitenden Stationsbeamten und an den Rangiermeister gestellten Anforderungen zeitweilig recht bedeutend sind.

Zugförderung auf Steilrampen.*)

Früher wurde auf Zahnstrecken die Zuglokomotive fast stets an den Schlufs des Zuges gestellt. Eine Ausnahme bildete die Höllentalbahn, eine gemischte Bahn der Bauart Abt, bei der die Zahnradlokomotive selbst in den Steigungen von 55,5 ‰ an der Spitze des Zuges blieb. Wegen des gesteigerten Zuggewichtes werden die Züge jetzt mit einer $^3/_5$ gekuppelten reinen Reibungslokomotive an der Spitze befördert, während auf den oben erwähnten Steigungen die Zahnradlokomotive als Schiebelokomotive beigegeben wird.

Die Eisenerz-Vordernberger Bahn†) beförderte bisher auf ihren Abtschen Zahnstrecken von 55 bis 71 ‰ Steigung mit Lokomotiven von 55,5 t Dienstgewicht und 129 qm Heizfläche Züge von höchstens 135 t bis 110 t, wobei die Lokomotive bei der Bergfahrt stets schob. Seit März 1904 ist ein vereinigter Zieh- und Schiebe-Betrieb mit der doppelten Zuglast eingeführt, die Züge haben auf den Steigungen eine Zieh- und eine Schiebe-Lokomotive. Der Kohlen-Verbrauch an minderwertiger Braunkohle soll sich dabei von 51 kg/km auf 41 kg/km vermindert haben. Man schreibt dies dem Umstande zu, dafs sich bei dem jetzigen Betriebe bei der Bergfahrt ungefähr die Hälfte des Zuges in gestrecktem Zustande befindet, und deshalb frei beweglich durch die Krümmungen gezogen wird; ein geschobener Zug bildet ein mehr oder weniger starres Ganzes, bietet daher erheblich höhern Krümmungswiderstand. Zu Tal werden mit nur einer Lokomotive über die Gefälle von 70,3 ‰ bis zu 270 t Zuglast befördert, allerdings unter Anwendung der selbsttätigen Hardy-Bremse. An Begleitungsmannschaft wird bis zu 12 Güterwagen nur ein Zugführer beigegeben, bei 13 bis 24 Wagen ist ein zweiter Zugbegleiter vorgeschrieben.

Die Bosnisch-Herzegowinischen Staatsbahnen besitzen in einem äufserst gebirgigen Lande ein Schmalspurnetz von 857 km mit 760 mm Spur. Längere Zahnstrecken von 35 ‰ bis 60 ‰ Steigung nach Abt finden sich auf der Strecke Serajewo-Mostar, die den Iwan-Bergrücken übersteigt. Im Betriebe sind zwei Arten Zahnradlokomotiven, deren Belastungen in Zusammenstellung I angegeben sind.

Gattung	Bauart	Heizfläche qm	Dienstgewicht t	Gröfste Zuglast auf 35 ‰	60 ‰
III b	$^3/_4$ T.-L.	64	30,7	120	60
III c	$^3/_3$ gekuppelte Lokomotive mit zweiachsigem Tender	82	24,5 ohne Tender	130	80

Bei dem starken Güterverkehre müssen über die Steigung von 35 ‰ bis 60 ‰ Züge bis 240 t gefahren werden. Hierzu wird bei Steigung von 35 ‰ eine Zieh- und eine Schiebe-Lokomotive verwendet; letztere wird an den Zug angekuppelt. Für die Steigung von 60 ‰ nach dem Ivan hinauf wird eine weitere Schiebe-Lokomotive hinter den Zug gesetzt.

Auf den langen Gefällen zwischen 50 ‰ und 60 ‰ in der Richtung nach Mostar bleibt die erste Schiebe-Lokomotive angekuppelt. Daher entfallen auf die Lokomotive bei Talfahrt nur 50 % mehr Zuggewicht, als bei der Bergfahrt. Dies hat seinen Grund darin, dafs die Wagen zu grofsem Teile dreiachsig sind und die mittlere Achse wegen der erforderlichen starken Verschiebbarkeit nicht gebremst wird. Bei der Talfahrt, für die 15 km/St. Geschwindigkeit zugelassen sind, bleiben beide Lokomotiven an die Hardy-Bremse angeschlossen. Die Luftsauger beider Lokomotiven saugen ständig mit den kleinen Saugern Luft aus der Leitung. Mehrjährige Erfahrung hat gezeigt, dafs dieses Ansaugen für die Bremswirkung, welche bei allen gewöhnlichen Bremsungen allein von der Zuglokomotive ausgeht, ganz belanglos ist. Die Schiebe-Lokomotive wird zur Bremswirkung nur mit herangezogen, wenn die Zieh-Lokomotive dieses durch besonderes Zeichen verlangt, also nur in Gefahrfällen. Die Zieh-Lokomotive bremst mit der Riggenbachschen Luftdruckbremse und verstärkt diese Bremswirkung nach Bedarf durch die Hardy-Bremse.

In Neuseeland*) ist seit 1876 eine Bahn der Bauart Fell mit 5 km langer Steigung von 1:15 im Betriebe. Die Spur beträgt 1067 mm, der kleinste Krümmungshalbmesser 100 m. $^2/_3$ gekuppelte Tender-Lokomotiven ziehen bergauf 60 t, den Schlufs jedes Zuges bildet ein besonderer Bremswagen, der ebenso, wie die Lokomotive, auch an der Fellschen Schiene mitbremsen kann. Bei starkem Verkehre werden bis zu vier Züge aneinander gekuppelt, so dafs drei Lokomotiven im Zuge selbst stehen. Die Bremswagen werden jedoch alle zusammen an den Schlufs gestellt. Die Geschwindigkeit bergauf beträgt 8 km/St. Zum Schutze der Mannschaften der hinteren Lokomotiven in den Tunnels werden die Führerhäuser ganz geschlossen. Bergab werden für einen Zug bis 150 t zugelassen, wobei zwei Lokomotiven an die Spitze und unmittelbar dahinter zwei Bremswagen gestellt werden. Die zulässige Geschwindigkeit für die Talfahrt beträgt 14,5 km/St. Am Fufse der Rampe liegt eine Weiche, die stets auf eine Gegensteigung steht und nur auf Pfeifenzeichen der Zuglokomotive umgestellt wird. Ein ernster Unfall ist nur einmal bis jetzt vorgekommen, und zwar dadurch, dafs zwei Wagen durch Sturm vom Bahndamme heruntergeweht wurden. Das Verfahren, auf Steigungen mehrere Züge hintereinanter zu kuppeln, ist in Neuseeland auch auf reinen Reibungsbahnen üblich**).

Ähnlich befördert die japanische Staatsbahn***) an verkehrsreichen Tagen durchgehende Züge über die 11,2 km langen Zahnstrecken am Usuipafs. Auf der 8 km Strecke mit Steigung 1:15 werden zwei Züge von je 65 bis 70 t Zuggewicht zusammengekuppelt. Um in den langen Tunnels die Reisenden und die Mannschaften vor Rauch zu schützen, haben die Lokomotiven Ölfeuerung, aufserdem werden nach der Einfahrt der

†) Bericht über eine Studienreise nach Österreich-Ungarn von W. Glanz, Berlin, Bogdan Gisevius. Organ 1905, S. 90.

*) Railway and Locomotive Engineering 1900, S. 330.

**) Railway and Locomotive Engineering 1902, S. 420.

***) Zentralbl. der Bauverw. 1902, S. 400.

*) Vergl. auch Fortschritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens in den letzten Jahren. 7. Abt., Technikerversammlung, Triest 1903, Gruppe VII 11. (XIII. Ergänzungsband zum Organ f. d. F. d. E. Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag.)

Züge die Tunnel durch Segeltuchvorhänge zeitweilig abgeschlossen, so dafs sich die Rauchgase meistenteils nach dem hinter dem Zuge frei werdenden Raume ziehen.

Auch in Amerika haben sich in vereinzelten Fällen Bahnen veranlafst gesehen, zwei ziehende Zuglokomotiven nicht unmittelbar hintereinander zu stellen, sondern durch einige Wagen zu trennen. Dies hat jedoch seinen Grund darin, dafs manche Brücken den gleichzeitigen Belastungen durch mehrere der neueren Lokomotiven nicht gewachsen sind.

In Brasilien findet sich heute noch auf der durchgehenden Strecke von Santos nach Sao Paulo*) eine 10 km lange Steigung von 1 : 12,5 mit Seilbetrieb. Sie besteht aus fünf Abschnitten, deren jeder von einem endlosen Seile bedient wird; der Oberbau ist durchweg zweigleisig, doch sind die inneren Schienen, abgesehen von dem zur Zugkreuzung dienenden Mittelstücke, jeder Abteilung gemeinsam.

Am Fufse und am Kopfe der Rampe werden die Züge von einer zweiachsigen Tenderlokomotive von 32 t Gewicht übernommen, die mit besonderen Bremsvorrichtungen versehen ist und sich an das Seil hängt. Dieses Anhängen kann nur an zwei bestimmten Stellen des Seiles geschehen, so dafs die Kreuzung stets an der dafür vorgesehenen Stelle stattfinden mufs. Am Kopfe der ersten Rampe angekommen, schiebt die Lokomotive den Zug vor und hängt sich an das Seil der zweiten Rampe, und so fort. Zur Zeit der Kaffee-Ernte werden täglich bis zu 90 Zügen befördert, von denen jeder etwa 120 t wiegt. Bergab sind oft täglich bis zu 2700 t Kaffee zu befördern. Die Schnellzüge von Santos nach Sao Paulo werden meist in zwei Teilen über die Seilbahn befördert und legen die ganze Strecke von 78 km einschliefslich aller Aufenthalte in 2,25 Stunden zurück. Die Geschwindigkeit auf den Seilrampen beträgt 20,5 km/St. Dieser Seildienst, für den 16 der oben erwähnten Tenderlokomotiven vorhanden sind, wird seit 32 Jahren ohne einen Unfall abgewickelt.

*) Railway and Locomotive Engineering 1903, S. 11.

Seilbetrieb ist übrigens auch in Deutschland immer noch auf der Strecke Düsseldorf-Elberfeld zwischen Erkrath und Hochdahl vorhanden*).

Die Canadische Pacific-Bahn hat in den Rocky Mountains längere Steigungen 1:25, auf denen sie die Güterzüge mit Shay-Lokomotiven**) von 100 t Dienstgewicht befördert.

Die Lokomotive ruht auf zwei, der Tender auf einem zweiachsigen Drehgestelle. Alle Achsen werden von einer seitlichen Welle durch Kegelräder angetrieben. Den Antrieb der Hauptwelle besorgt eine Drillings-Lokomotive mit Zylindern von 381 mm Durchmesser und 432 mm Hub, die seitlich an der Feuerbüchse befestigt ist. Als geschleppte Zuglast auf Steigung 1:25 geben die Erbauer 332 t an.

Auch die Guayaquil- und Quito Bahn hat auf den langen Steigungen von 1:33 bis 1:14 Shay-Lokomotiven von 65 bis 85 t Dienstgewicht im Betriebe.

Diese Lokomotiven eignen sich ganz besonders für geneigte und gekrümmte Strecken. Die Drehgestell-Achsstände betragen selbst bei der schwersten bisher ausgeführten regelspurigen Shay-Lokomotive von 150 t Dienstgewicht nur 1626 mm, so dafs Krümmungen bis zu 38 m Halbmesser damit befahren werden können.

M—n.

*) Näheres hierüber siehe Glasers Annalen 1895, Nr. 431, S. 222.

**) Organ 1894, S. 166; 1901, S. 66; 1902, S. 208; Glasers Annalen 1904, Nr. 651, S. 48.

Entwässerungsleitungen aus Kunststeinplatten.*)

Von **W. Bügler**, Eisenbahn-Bauinspektor a. D. zu Degerloch-Stuttgart.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 8 auf Tafel XL.

Entwässerungen erfordern:

1. Einen Leitungsgraben, dessen Längsgefälle, Sohlenbreite und Böschungsneigung den obwaltenden Verhältnissen gemäfs zu wählen.

2. Einen dem zu erwartenden Wasserzulaufe entsprechenden Hohlraum, gebildet durch eine Reihe 25 cm langer Hohlstücke. Jedes besteht aus einer flachen Sohlen- und zwei dachförmig darauf gesetzten gewölbten Seiten-Platten, deren Enden auf halbe Höhe ausgeschnitten sind, um Schlitze für den Zulauf des Sickerwassers in den etwa ein Drittel messenden Oberteil des Hohlraumes zu bilden. Als Querschnitte sind vorerst 75, 300 und 750 qcm angenommen, wofür drei Formen von Hohlstücken dienen. Die Einzelplatten werden dem Graben entlang zweckmäfsig verteilt und regelrecht eingebaut, seitlich bis auf Schlitzhöhe eingefüllt umstampft, abgeebnet und abgedeckt. Für geringen Zulauf genügen die beiden kleineren Formen; füllt sich der untere Ablaufraum, so folgt die nächst gröfsere Sorte. Der Übergang an solchen Wechselstellen erfordert Querabschlüsse, wofür die Abschlufsstücke der Lieferung beigegeben werden.

3. Einen Deckbau. Dieser umfafst die Einfüllung zwischen den Grabenwänden und Seitenplatten in stärkerm Quer- und im Längs-Gefälle der Sohle. Die Abdeckung des überragenden Einbaues erfolgt 5 bis 6 cm hoch mit Steinschlag, Laubholzreisig der Länge nach, dessen Überfüllung mit reinem Kiese oder Schlacken bis auf die höchste wasserführende Schicht. Darüber folgt eine Abdeckung der Quere nach wieder mit Reisig, dann Überfüllung mit Aushubboden, die wegen Nachsetzens entsprechend überhöht wird, der verbleibende Aushub wird beseitigt.

Im Vergleiche mit dem Einbau rauher Mauerdohlen (Abb. 1, Taf. XL) oder gelochter Zementrohre (Abb. 2, Taf. XL) gleich grofser Querschnitte ergeben sich als Vorteile der Neuerung (Abb. 3, Taf. XL): Minderaushub, Vergröfserung der Auflagebreite, durch Formgleiche der Platten erzielte Regelmäfsigkeit der Sohle in Flucht und Gefälle, Vergröfserung der Zulauffläche, Sicherung gegen Zudrang erdiger Teile in den abgeschlossenen Ablaufkanal, Erleichterung der Handarbeit, der geringen Druckspannung von 3 bis 5 kg/qcm halber Er-

*) D. R. P. Nr. 119045.

sparnis an Stoff für die Platten, Gewichtsverminderung auf 12 bis 13 kg/m bei der ersten, auf 32 bis 34 kg/m bei der zweiten, auf 60 bis 64 kg/m bei der dritten Gröſse, Ersparung an Zeit und Arbeit, Kostenersparnis von 50 bis 245 Pf./m, sowie andauernde Wirkung.

Besonders vorteilhaft zeigt sich die Verwendung von Kunststeinplatten der kleineren Arten zu Sickeranlagen auf Bahnhöfen (Abb. 5 und 6, Taf. XL), Längssickerungen zwischen den Gleisen, Querdohlen zwischen den Bahnschwellen, auch bei nachträglichen Anlagen von Nebengleisen auf Dämmen freier Bahn zur Entwässerung der Krone und Bettung (Abb. 7 und 8, Taf. XL). Erstere stellen sich auf 30 bis 40 Pfg. für 1 qm zu entwässernder Gleisfläche, letztere auf 140 bis 150 Pf./m. Platten der breiten gröſseren Arten eignen sich für Entwässerungen in Einschnitten am Fuſse von Böschungen und in diesen, bei landwirtschaftlichen Meliorationen für Drainleitungen zu gedeckten Sammelgräben, zu Quellfassungen, zum Trockenlegen von Grund- und Kellermauern (Abb. 4, Taf. XL).

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Lokomotiv-Versuchstand auf der Ausstellung in St. Louis*).

(Railroad Gazette 1904, S. 182 und 199.)

Eine ausführliche Liste aller aus den Versuchen folgenden Beobachtungs- und Rechnungsergebnisse, wie solche für jede untersuchte Lokomotive aufgestellt werden soll, umfaſst 399 Einzelangaben. Es wird angegeben, auf welche Weise die einzelnen Messungen gemacht werden sollen, nach welchen Formeln gerechnet wird und wie die Meſsvorrichtungen geeicht werden.

P—g.

*) Organ 1904, S. 94.

Maschinen- und Wagenwesen.

3/5 gekuppelte Lokomotive der Lake Shore und Michigan Southern Bahn.

(Railroad Gazette 1904, S. 600. Mit Abb.)

Die ständig wachsenden Zuggewichte und Geschwindigkeiten haben die genannte Bahn gezwungen, stärkere Lokomotiven als die seither benutzten in Betrieb zu nehmen. Es sind dies 10 Stück 3/5 gekuppelte Lokomotiven mit vorderer und hinterer Laufachse (sog. Prairie-Art) und folgenden Hauptabmessungen:

Dampfzylinder	Durchmesser	546	mm
	Kolbenhub h	711	«
Triebraddurchmesser D		2007	«
Heizfläche, innere, H		332	qm
Rostfläche R		5,1	«
Dampfüberdruck p		14	at
Heizrohre	Länge	5944	mm
	Durchmesser, äuſserer	57,2	«
	Anzahl	322	—
Kleinster Kesseldurchmesser		1778	mm
Gewicht im Dienste Triebachslast L_1		75,3	t
« « « im ganzen L		105,7	t
Inhalt des Tenders Wasserbehälter		29,5	cbm
« « « Kohlenraum		13,6	t
Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche H:R		65	—
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H:L		3,1	qm/t
Zugkraft Z		7420	kg
Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z:H		22,3	kg/qm
Zugkraft für 1 t Dienstgewicht Z:L		70,2	kg/t
Zugkraft für 1 t Triebachslast $Z:L_1$		98,5	kg/t

P—g.

Neuere Einrichtungen der elektrischen Beleuchtung einiger D-Züge der preuſsischen Staatsbahn-Verwaltung.*)

Im Vereine deutscher Maschinen-Ingenieure knüpfte Dr. M. Büttner an einen vor drei Jahren gehaltenen Vortrag des Herrn Oberbaudirektor Wichert über die elektrische Beleuchtungseinrichtung der D-Züge an, welche auf den Strecken Berlin-Saſsnitz und Berlin-Altona verkehren, und bei welchen der Strom von Dampfturbinen-Dynamos auf der Lokomotive geliefert wird, während die einzelnen Wagen Speicher besitzen. Trotzdem die Beleuchtungseinrichtung dieser Züge zur vollen Zufriedenheit der Bahnverwaltung wirkt, hatte sich diese doch bei der Einführung der elektrischen Beleuchtung in die Tagesschnellzüge Berlin-Frankfurt-Basel und Berlin-Köln der geringern Anschaffungskosten wegen dahin entschieden, die Maschinen in den Gepäckwagen zu setzen und von der Achse anzutreiben. Diese Maschinen zeichnen sich dadurch aus, daſs der Anker der Dynamo fest auf der Wagenachse sitzt. Die ganze Anlage enthält den Vorschriften der preuſsischen Staatsbahnen entsprechend keine bewegliche Regelungseinrichtungen, sodaſs eine groſse Betriebsicherheit erreicht ist.

In letzterer Zeit ist diese Beleuchtungsart noch vervollkommnet durch Verwendung einer Maschine, welche den Strom nach Rosenberg unabhängig von der Fahrrichtung stets in einer Richtung abgibt.

Bezüglich der Betriebskosten der elektrischen Beleuchtung im Verhältnisse zu denen der jetzt vorhandenen Gasbeleuchtung wird betont, daſs sich die Unkosten der Tagesschnellzüge, obwohl die Anlagekosten der elektrischen Beleuchtung wesentlich höher sind als die der Gasbeleuchtung, doch trotz ausreichender Abschreibung und Verzinsung der Anlage nicht höher stellen als die des Gases, daſs sich hingegen für Züge mit längerer Brenndauer, besonders für Nachtschnellzüge, eine Verbilligung in den Betriebskosten bei Verwendung des elektrischen Lichtes ergibt. Der Grund hierfür liegt in den hohen Kosten des für die Gasbeleuchtung nötigen Mischgases, das bei den preuſsischen Staatsbahnen 65 Pf/cbm kostet.

*) Ausführlich in Glaser's Annalen.

Versuche mit Personenzug-Lokomotiven auf der Hocking-Valley-Bahn.

(Railroad Gazette 1904, S. 620. Mit Abb.)

Die Ergebnisse vergleichender Versuche mit zwei verschiedenen Personenzug-Lokomotiven unter möglichst gleichen Verhältnissen werden nach einem Vortrage von F. A. Hitchcock veröffentlicht und zum Teil zeichnerisch dargestellt. Eine Lokomotive hatte Belpaire-Kessel 1829 mm Triebraddurchmesser, die andere »waggon-top« Kessel und 1676 mm Triebraddurchmesser. Die Heizfläche der ersten betrug 167,8 qm, die der zweiten 165,4 qm. Die Versuche fanden auf einer 198 km langen Strecke mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 76 km/St. statt und lieferten für die zweitgenannte Lokomotive ein nur wenig günstigeres Ergebnis. Es wurden folgende Gröfsen gemessen: Dampfdruck im Dome, äufserer Luftdruck, der Zug in der Rauchkammer, in der Feuerkiste und im Aschekasten, die Wärme der Aufsenluft, der Rauchgase und des Speisewassers, die Menge des Speisewassers, Kohlenverbrauch, Asche, unverbrannte Rückstände, Flugasche, der Wassergehalt des Dampfes und die Fahrgeschwindigkeit. An jedem Dampfzylinder wurden die Spannung-Schaulinien auf beiden Kolbenseiten aufgenommen. P—g.

Englischer Lokomotivbau im Jahre 1903.

(Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer, Mai 1904, S. 365. Mit Abb.)

Das Jahr 1903 hat auch im englischen Lokomotivbaue einige Neuerungen eingeführt. So bietet die Great Western-Bahn folgende Neuigkeiten: 1. Anwendung der Bauart de Glehn bei einer ihrer Schnellzug-Lokomotiven der Atlantic-Gattung; 2. Einführung einer neuen Kesselbauart; 3. Fortfall des Dampfdomes und des darin mündenden Dampfsammelrohres; 4. Einführung der City-Gattung für die Beförderung der Schnellzüge; 5. der Consolidations-Gattung für die Beförderung schwerer Güterzüge; 6. einer schweren Tenderlokomotive für stark belasteten Stadtbahndienst.

Die neue Lokomotive Nr. 102 dieser Bahn ist der Lokomotive Nr. 2642 der französischen Nordbahngesellschaft nachgebildet und bietet weiter nichts Neues. Die Lokomotive der erwähnten City-Gattung, die die Namen der von der Great Western-Bahn berührten englischen Städte tragen, zeigen im wesentlichen dieselben Abmessungen, wie ihre Vorgänger der »Atbara«-Klasse. Sie unterscheiden sich von diesen nur durch den gröfseren Kessel und gröfsere Heizfläche von 168,89 qm und durch den erhöhten Betriebsdruck von 13,71 at.

Die London and South-Western-Bahn hat hauptsächlich für die starken Steigungen der Somerset- und Devon-Gebirge eine neue Schnellzug-Lokomotive bauen lassen. Diese besitzt einen Triebraddurchmesser von 1,829 m, eine Heizfläche von 144 qm bei 483 mm Durchmesser und 660 mm Hub der innen liegenden Zylinder. Dem gleichen Zwecke, nur für gemischten Dienst, dient eine andere neue Gattung mit Drummond-Kessel und Treibrädern von 1,676 m Durchmesser. Durch die ganze Länge ihres Kessels zieht sich in der Mitte ein Heizrohr von 762 mm lichter Weite, das in bestimmten Abständen von Wasserrohren durchquert wird, so dafs dadurch eine Heizfläche von 68,37 qm erzielt wird. Mit dieser neuen Lokomotivgattung, die jedoch noch nicht aus den letzten Versuchen heraus ist, sollen nach Angabe des Erbauers, Mr. Drummond, dieselben Leistungen erzielt werden können, wie mit den Lokomotiven der sonst üblichen Kesselbauart mit 119,93 qm Heizfläche.

Der nach 32 Dienstjahren jetzt ausgeschiedene Leiter der London and North Western-Bahn, Mr. F. W. Webb, hat vor seinem Austritte für diese Gesellschaft noch eine schwere, vierzylindrige Güterzug-Lokomotive entworfen mit 1,524 m Triebraddurchmesser. Die Durchmesser der aufsen liegenden Hochdruckzylinder und der innen angeordneten Niederdruckzylinder betragen 381 und 521 mm bei einer Heizfläche von 162,85 qm, einem Betriebsdrucke von 14,06 at und bei einem Gewichte von 60 t.

Sein Nachfolger, Mr. G. Whale, hat bei einigen Schnellzuglokomotiven dieser Gesellschaft die Steuerung der Zylinder dahin abgeändert, dafs wie bei den de Glehn'schen Lokomotiven zwischen den beiden Zylindern ein bestimmter Spannungsabfall erreicht wird, was sehr günstige Ergebnisse für die Dampfausnutzung zu liefern scheint.

Für die North Eastern-Bahn hat Mr. W. Worsdell eine Gattung Schnellzuglokomotiven geschaffen, die bezüglich ihrer Gröfse und Leistung alles bisher in England Dagewesene in Schatten stellt. Es ist dieses eine 2/5 gekuppelte Vierzylinder-Lokomotive der Atlantic-Gruppe. Ihre wichtigsten Abmessungen sind folgende: Durchmesser der äufseren Zylinder 508 mm, Hub 711 mm, Treibraddurchmesser 2,083 m, Kessellänge 4,839 m, Kesseldurchmesser 1,676 m, Heizfläche 228,16 qm, wovon 16,72 qm auf die Feuerbüchse entfallen. Betriebsdruck 14,06 at, Gewicht ohne Tender 73 t.

Lokomotiven ähnlicher Bauart, jedoch etwas kleiner, hat auch die Great Central-Bahn bauen lassen.

Mit der schwersten Tenderlokomotive hat sich die Lancashire and Yorkshire-Bahn hervorgetan, einer 3/5 gekuppelten Lokomotive mit vorderer und hinterer einstellbarer Laufachse. Ihre Hauptmafse sind folgende: Triebraddurchmesser 1,727 m, Zylinderdurchmesser 483 mm, Hub 660 mm, Heizfläche 189,42 qm, wovon 15,05 qm auf die Feuerbüchse entfallen. Reibungsgewicht 52,5 t, Gewicht 77,5 t.

Ebenfalls bemerkenswert sind zwei neue Lokomotiven der Caledonian-Bahn. Es sind dieses 75 t schwere 3/5 gekuppelte Schnellzug-Lokomotiven mit vorderem Drehgestelle und vierachsigem Tender von 55 t Gewicht. Ihr Triebraddurchmesser beträgt 1,981 m bei 223 qm Heizfläche und 14,06 at Betriebsdruck.

Entsprechend der Vergröfserung der Abmessungen hat auch die Leistungsfähigkeit der englischen Lokomotiven im vergangenen Jahre eine Steigerung erfahren. Während früher Geschwindigkeiten von 144 km/St. nur vereinzelt auftraten, findet man jetzt nach Einführung dieser neuen Bauarten bei den einzelnen Verwaltungen häufiger 150 km/St. Geschwindigkeit und mehr. Ebenso ist der lästige Vorspanndienst bei den schweren Güterzügen zurückgegangen.

Beispielsweise befördert die London and North Western-Bahn 500 t schwere Züge ohne Vorspann. Eine weitere Folge ist die beachtenswerte Kürzung der Fahrzeiten

auf einzelnen Strecken. So ist die Fahrzeit zwischen London und dem etwa 190 km entfernten Bristol auf 2 Stunden heruntergesetzt, was einer Reisegeschwindigkeit von 96,6 km/St. entspricht. Die Quelle bringt eine Zusammenstellung mehrerer Fahrzeiten. Einzelne besondere Züge haben noch weit höhere Geschwindigkeit erzielt. Besonders beachtenswert und bislang unübertroffen ist die Great Western-Bahn, die mit einer Lokomotive ihrer »City«-Klasse einen Sonderzug von London nach dem 395,5 km entfernten Plymouth ohne Aufenthalt in 3 Stunden 53 Minuten 38 Sekunden durchfahren hat, wobei hinter Exeter noch Steigungen von 23,3 bis 24,4 $^0/_{00}$ zu überwinden waren. Die einzelnen Fahrzeiten waren folgende: Auf 124,3 km bis Swinden, 68 Minuten 1 Sekunde; auf 172,2 km bis Bath 92 Minuten 2 Sekunden; auf 190,7 km bis Bristol 104 Minuten 24 Sekunden; auf 262,3 km bis Taunton 142 Minuten 30 Sekunden; auf 311,5 km bis Exeter 2 Stunden 52 Minuten 34 Sekunden. Die Reisegeschwindigkeit bis hierher betrug demnach 110,6 km/St. R—l.

Neue Lokomotiven für die Süd-Pacific-Bahn.

(Railroad Gazette 1904, September, Band 37, Seite 386 bis 388. Mit Abb.)

Für die Süd-Pacific-Bahn sind von den Schenectady-Werken vier neue Lokomotiven gebaut worden. Mit Ausnahme der Lokomotive von Pacific-Form verwenden diese Lokomotiven Öl zur Heizung, da die Ölfelder von Texas und Kalifornien nahe liegen. Bei Ölfeuerung kann der Verbrauch der Leistung namentlich im Verschiebedienst besser angepafst werden, als bei Kohlenfeuerung.

Die Hauptabmessungen der Lokomotiven sind folgende:

		Consolidation	Pacific	Atlantic	Verschiebelokomotive
Dienstgewicht	kg	92310	97070	84600	66680
Triebachslast	«	82100	60330	44230	—
Dienstgew. mit Tender	«	153590	157670	245890	102990
Zylinderdurchmesser	mm	559	559	508	508
Kolbenhub	«	785	732	732	680
Triebraddurchmesser	«	1448	1966	2057	1448
Dampfüberdruck	at	14	14	14	13,2
Zugkraft	kg	19640	13560	10660	12660
Heizrohre: Länge	mm	4572	6096	4877	3505
Innerer Durchmesser	«	51	57	57	51
Anzahl		413	245	297	276
Ganze Heizfläche	qm	316,82	283,72	246,59	167,78
Heizfläche d. Feuerkiste	«	17,15	16,69	16,65	14,50
Rostfläche	«	4,60	4,60	4,60	2,81
Wasservorrat	l	26500	26500	26500	15140
Ölvorrat	l	11130	—	11130	3860
Kohlenvorrat	kg	—	14220	—	—

B—s.

Sartiaux und Köchlin-Dampfkraftwagen der französischen Nordbahn.

(Rev. gén. des chemins de fer 1904, S. 11. Mit Zeichnungen.)

Versuche mit Kraftwagen sind früher auf den pfälzischen und württembergischen Bahnen, in Italien auf der Mittelmeerbahn, in Rufsland auf der Nikolaibahn, in Amerika auf der Erie-, der Cincinnati-, der Hamilton- und Dayton-Bahn, in Frankreich auf der Nordbahn, ferner mit Dampfkraftwagen der Bauart Purrey auf der Paris-Lyon-Mittelmeer- und der Orléans-Bahn gemacht.

Die Nordbahn stellte 1893 einen elektrischen Kraftwagen ein mit Speicherbetrieb, der zwei Abteile für Reisende, ein Gepäckabteil und zwei Endbühnen hatte. 1896 baute sie einen kleinern elektrischen Wagen, hauptsächlich für den Postdienst, dem man aber auch einen bis zwei Wagen für Reisende anhängen konnte. Im Jahre 1901 ergaben Versuche, dafs ein elektrischer Wagen mit zwei Gleichstrom-Triebmaschinen eine Entfernung von 90 km mit der Geschwindigkeit von 60 km/St. zurücklegen konnte.

Ferner wurden von der Nordbahn zwei verschiedene Dampfkraftwagen gebaut, ein Serpollet-Wagen und der hier zu beschreibende. Ersterer ist seit 1897 in Betrieb, hat aber statt des Serpollet-Dampferzeugers einen kleinen Turgan-Kessel erhalten. Die Bahn prüft ferner einen Dampfkraftwagen der Bauart Purrey, und einen Wagen mit Verbrennungs-Triebmaschine und elektrischer Übertragung.

Die Nordbahn will mit Hülfe der Kraftwagen den Vorortverkehr verbessern, indem sie ihn von den Fernzügen in bekannter Weise ausscheidet.

Dabei wurde verlangt, dafs keine neuen Drehscheiben und Ausweichgleise auf den Vorortbahnhöfen nötig werden, und dafs die Vermehrung der Kilometerzahl durch Verminderung der Kosten für das Zugkilometer ausgeglichen wird.

Kraftwagen verschiedenster Bauart entsprechen diesen Forderungen. Sie gestatten wegen der geringen Betriebskosten auch in den wenig verkehrsreichen Tagesstunden Verbindungen zu schaffen, wo dies mit gewöhnlichen Zügen nicht möglich wäre, da die Kosten in schlechtem Verhältnisse zu dem Verkehrsbedürfnis stehen würden.

Die französische Nordbahn hat für den Bau von Kraftwagen folgende Bedingungen aufgestellt:

1. Zugang zum Wagen durch End- oder Mittelbühnen derart, dafs das lästige Türschliefsen fortfällt; freier Durchgang von einem Ende zum andern, sodafs nur ein Schaffner nötig ist.
2. Mindestens 50 Sitzplätze in drei Klassen, ein Gepäckabteil, aufserdem möglichst viel Stehplätze im Wagen und auf den Endbühnen. Das Handgepäck, Körbe an Markttagen und Werkzeuge der Arbeiter sind aufserhalb der Abteile für Reisende unterzubringen.
3. Der Wagen mufs nach beiden Fahrrichtungen gleich leicht von einem Manne geführt werden können.
4. Mittlere Geschwindigkeit auf ebener Strecke 60 km/St.; schnelles Anfahren, so dafs häufige Aufenthalte weniger Einflufs auf die Dauer der Fahrt haben.
5. Erneuerung des Wasservorrates frühestens nach 50 km Fahrt.

Der hiernach erbaute Dampfkraftwagen ist von du Bousquet entworfen und hat sich gut bewährt. Um die Bedingung 3) zu erfüllen, befindet sich in der Mitte ein Abteil für den Führer, das 3150 mm breit ist und zwei Sitze hat, sodafs der

Führer zur Fahrrichtung immer links sitzt. Der Wagenkasten vor und hinter dem Führerabteile ist nur 2410 mm breit und auf eine Seite gesetzt, so dafs der Führer an der andern gut vorbeisehen kann. Auch ist der Fufsboden des Führerstandes erhöht.

Hätte man den ganzen Wagenkasten auf zwei Drehgestelle gesetzt, so wäre wegen der Einstellung in Krümmungen die Breite des Wagenkastens in der Mitte beschränkt gewesen. Da aber grade dieser Teil breit werden mufs, um das Gesichtsfeld des Führers möglichst grofs zu halten, so hat man sich für den Bau eines Wagens mit Gelenken entschieden. Drei zweiachsige Wagen sind durch Gelenke zu einem Ganzen verbunden.

Der mittlere Wagen enthält Führerstand, Schaffnerabteil, Kessel, Triebmaschine und einen Gepäckraum von 9 qm, der, wenn nötig, in ein Abteil III. Klasse mit 6 Sitzplätzen umgewandelt werden kann. An einem Ende befindet sich der Wagen III. Klasse mit 28 Sitzplätzen, Mittelgang und 12 Stehplätzen im Innern. Der Wagen am andern Ende enthält ein Abteil I. Klasse mit 8 Sitzplätzen und ein Abteil II. Klasse mit 14 Sitzplätzen und 6 Stehplätzen. Der Zugang zum Wagen erfolgt durch vier bedeckte Bühnen; auf den beiden Endbühnen sind noch je vier Stehplätze vorhanden, ferner je zwei Klappsitze. An einer Langseite sind bei beiden Endwagen bedeckte Kästen für Aufbewahrung von Handkörben und dergleichen angebaut, die aber nur 940 mm hoch sind, so dafs sie die Aussicht vom Führerstande nicht beeinträchtigen.

Unter den Wagenuntergestellen sind Kästen für Speicher angebracht, die den Strom für die elektrische Beleuchtung liefern. Ferner haben die Wagen Warmwasserheizung und zwar wird das Wasser durch Dampf aus dem Kessel erwärmt.

Der mittlere Wagen hat 4300 mm Achsstand, eine Triebachse und eine Laufachse von 1040 mm Raddurchmesser. An die beiden Längsträger sind 18 mm starke Bleche angenietet, an welchen die beiden aufsen liegenden Zylinder, die Geradführung der Triebachslager, die Gehänge für die untenliegenden Federn und die Stützen des Triebwerkes befestigt sind. Die Kurbeln tragen Gegengewichte.

Der Kessel der Bauart Turgan sollte leicht sein, wenig Platz beanspruchen, Dampf für 100 P.S. liefern und soviel Wasser fassen, dafs der Führer nicht durch die Sorge um den Wasserstand in Anspruch genommen wird. Rost und Feuerraum müssen soviel Heizstoff aufnehmen, dafs der Führer nur während des Aufenthaltes auf den Bahnhöfen zu heizen braucht. Er hat einen walzenförmigen Teil, in den zwei schräg nach unten gerichtete Gruppen von Field-Rohren eingesetzt sind.

Der Kessel hat zwei Wasserstandszeiger, so dafs der Führer den Wasserstand von jedem Stande aus leicht beobachten kann. Zur Kesselspeisung dient eine Kolbenpumpe für 2000 l/St. und eine Dampfstrahlpumpe für 1500 l/St.

Zum Antriebe sind ein Hochdruckzylinder von 195 mm und ein Niederdruckzylinder von 250 mm Durchmesser vorhanden, der Kolbenhub ist 320 mm, das Zylinderraumverhältnis 1,645, der Durchmesser der Triebräder 1040 mm, der Kesseldruck 18 at; die Zugkraft beträgt bei Zuführung von Frischdampf zum Niederdruckzylinder 2160 kg, die Triebachslast 12,9 t.

Die Zugkraft bezogen auf 1 t des ganzen Gewichtes des Fahrzeuges ist ungefähr 50 kg/t, so dafs schnelles Anfahren gewährleistet ist.

Das Führerabteil enthält die Vorrichtungen zur Handhabung des Wagens, zur Kesselspeisung und zur Handhabung der Luftdruckbremse. Da zwei Plätze für den Führer vorhanden sind, mufsten die Umsteuerung und die Hebel der Anfahrvorrichtung doppelt ausgeführt werden.

Bei 70 km/St. Geschwindigkeit war der Lauf des Fahrzeuges durchaus befriedigend. P—g.

Schnellwirkende Wechselbremse, Bauart Corrington.

Railroad Gazette 1904, XXXVI, S. 254 m. Abb.

Zugtrennungen infolge von Auflaufen und Strecken treten bei langen Zügen besonders leicht ein, wenn die Bremsen bei niedriger Geschwindigkeit gelöst werden und weder auf der Lokomotive noch auf den vordersten Wagen eine besondere Bremskraft ausgeübt wird. Um diesen Übelstand zu beseitigen, ist seit Jahren auf mehreren amerikanischen Bahnen mit bestem Erfolge eine Anordnung von Westinghouse in Gebrauch, bei der die selbsttätige Luftbremse des Zuges mit einer nicht selbsttätigen für Lokomotive und Tender verbunden ist.

Die Handhabung langer Züge auf Gebirgstrecken wird durch Verwendung von Rückhaltventilen an den vorderen Wagen sehr erleichtert. Doch gebrauchen die meisten Bahnen vor dem Hinabfahren auf längeren Gefällstrecken noch die Vorsicht, die Bremsen nachsehen zu lassen, alle Rückhaltventile anzustelen und Bremser auf dem Zuge zu verteilen, die bei Gefahr die Handbremsen anziehen. Die Verwendung einer besonderen, nicht selbsttätigen Bremse für Lokomotiven und Tender verdient aber den Vorzug. Auch auf ebener Strecke kommen leicht Zugtrennungen vor, wenn die Bremsen langer Züge scharf angezogen werden, um an einem bestimmten Punkte, etwa einem Wasserkrahn, zu halten. Ferner ist das Abstofsen von Wagen im Verschiebedienste mit der selbsttätigen Bremse allein nicht möglich, weil die Hülfsluftbehälter bei häufigem Anziehen der Bremsen nicht schnell genug nachgefüllt werden. Auch hier leistet die nicht selbsttätige Bremse gute Dienste.

Die Corrington-Bremse unterscheidet sich dadurch von der Westinghouse-Anordnung, dafs alle Teile, die zur Betätigung der selbsttätigen und der nicht selbsttätigen Bremse am Führerstande nötig sind, zu einem Ganzen zusammengebaut sind, während bei Westinghouse die Ausrüstung für die nicht selbsttätige Bremse getrennt angebracht ist. Das Corrington-Führerventil vereinigt in einem Gehäuse das Steuerventil für die Lokomotiv- und Tender-Bremsen, das Druckminderungsventil für hohe Geschwindigkeiten, das Bremsventil zur Handhabung der selbsttätigen Bremse an allen Wagen, Speiseventil und Umstellhahn, das Handventil für die nicht selbsttätige Bremse, dazu Speiseventil und zwei Absperrventile, um unmittelbare Zuführung von Prefsluft zu verhindern, während die selbsttätige Bremse benutzt wird. Alle diese Teile stehen in solcher Verbindung, dafs beide Bremsen jederzeit unabhängig

von einander zusammen oder getrennt gehandhabt werden können.

Der Handgriff für die selbsttätige Bremse hat runden Querschnitt; zu dem bei der gewöhnlichen Westinghouse-Bremse üblichen Stellungen kommt noch eine zweite Fahrstellung hinzu; da zwei Speiseventile vorhanden sind, entsprechen den beiden Fahrstellungen des Hebels verschiedene Drucke in der Bremsleitung. Der Handgriff für die nicht selbsttätige Bremse liegt ganz nahe bei dem für die selbsttätige, ist aber kleiner und hat viereckigen Querschnitt, so dafs eine Verwechselung leicht zu vermeiden ist.

An das Gehäuse des Corrington-Führerventiles schliefsen vier Leitungen an; zum Hauptluftbehälter, zu den Hülfsluftbehältern auf Lokomotiven und Tender, zu den Bremszylindern ebenda und zur Zugleitung, ferner sind zwei Anschlüsse zu Druckmessern vorhanden, die den Druck im Hauptluftbehälter und in der Zugleitung anzeigen.

Für Vorspanndienst ist ein besonderes kleines Ventil eingebaut; wird dieses bei der zweiten Lokomotive geschlossen und der Hebel des Bremsventiles auf Abschlufs gestellt, so wird die Bremse der zweiten Lokomotive nebst der ihres Tenders von der ersten Lokomotive aus ebenso betätigt, wie die der Wagen.

Die drei Schieberventile, die in die Zugleitung vom Hauptluftbehälter zu der Zugleitung oder zu den Bremszylindern von Lokomotiven und Tender eingebaut sind, liegen so, dafs kein Schmutz zu den drei zugehörigen kleinen Speiseventilen gelangen kann.

Durch abwechselnde Benutzung der selbsttätigen und nicht selbsttätigen Bremse auf langen Gefällen kann Erhitzung der Radreifen vermieden werden. P—g.

Gewinnung der Metalle auf elektrischem Wege.

Dr. A. Neuburger behandelte die Verwendung des elektrischen Stromes bei der Erzverhüttung im Vereine deutscher Maschinen-Ingenieure.*)

Werner v. Siemens hat schon zu Anfang der 70er Jahre ausgesprochen, dafs es mit der Zeit gelingen werde, alle Metalle, und darunter in erster Linie das Eisen, auf elektrischem Wege darzustellen. Dieses Wort ist heute in Erfüllung gegangen. Die meisten Metalle, unter anderen das Kupfer, das Nickel, das Zink werden heute mit Hülfe des elektrischen Stromes gewonnen, insbesondere in Amerika hat die elektrische Verhüttung solchen Aufschwung genommen, dafs die dort auf elektrischem Wege ausgebrachten Metalle wegen ihrer Reinheit und ihrer billigen Erzeugung die Marktlage in Europa zum Teil wesentlich beeinflussen. Während die elektrische Gewinnung der genannten Metalle nur verhältnismäfsig geringe Schwierigkeiten bot, schien es lange Zeit, als ob Werner von Siemens bei seiner Vorhersage hinsichtlich des Eisens, unseres wichtigsten Metalles, Unrecht haben sollte. Nachdem während mehrerer Jahrzehnte die Versuche der elektrischen Eisendarstellung gescheitert waren, wurde im Jahre 1900 doch das erste Eisen auf elektrischem Wege dargestellt, und seitdem sind bereits etwa ein Dutzend Anlagen entstanden, in denen die elektrische Eisendarstellung gewerbsmäfsig betrieben wird.

*) Ausführlich in Glaser's Annalen.

Zunächst war es Wilhelm Siemens, der seinen Bruder Werner wirksamst unterstützte und in den Jahren 1878 und 1879 die englischen Patente Nr. 4208 und 2210 erhielt. Hinfort begann eine rege Tätigkeit auf dem Gebiete der elektrischen Eisendarstellung, und es sind hier als Erfinder zu nennen: Laval, Crompton und Dowsing, Taussig, Urbanitzky und Fellner, Wikström, Rossi, Heibling und andere.

Einen durchschlagenden Erfolg erzielten aber erst im Jahre 1900 gleichzeitig und unabhängig von einander der italienische Genie-Hauptmann Ernesto Stassano, der Dr. ing. Heroult in La Prazin, Savoyen, und Kjellin zu Gysinge in Schweden.

Die von diesen Erfindern angegebenen Öfen befinden sich durchweg in Ländern, die reich an Wasserkräften und zum Teil auch an Erzen sind. Es fragt sich nun, ob diejenigen Länder, in denen die Elektrizität zu hohem Preise aus Kohle erzeugt werden mufs, auf dem Gebiete der elektrischen Eisen- und Stahldarstellung jenen gegenüber zurückstehen müssen. Mafsgebende Sachkundige sind darin einig, dafs die elektrische Eisenverhüttung in diesen Ländern einen aussichtsvollen Zweig der Technik bilden wird, wenn man die in den Abgasen der Hochöfen zu Gebote stehende, oder auf sonst irgend eine Weise, etwa aus Torfgas billig erzeugte Arbeit verwendet.

Von diesem Gesichtspunkte aus hat Dr. Neuburger in Gemeinschaft mit dem französischen Metallurgen Minet den Neuburger-Minet'schen Ofen entworfen. Dieser bezweckt die gleichzeitige Ausnutzung dreier Wärmequellen, nämlich:

1. der brennenden oder nicht brennenden Hochofengase;
2. der armen oder reichen brennenden Gase, die von Gaserzeugern oder Gasanstalten geliefert werden;
3. der Elektrizität in Form des die zu behandelnden Stoffe durchfliefsenden Stromes oder in Form eines Lichtbogens.

Die Verarbeitung der reinen, nicht oxydischen Erze erfolgt nach dem Prefskuchenverfahren von Professor Mathesius und die Verfahren von Ruthenburg und von Couley.

Dr. Neuburger ist der Ansicht, dafs Deutschland der zukünftigen Entwicklung der elektrischen Verhüttung des Eisens nicht nur ohne alle Befürchtungen, sondern sogar mit grofsen Hoffnungen entgegensehen könne.

Neue Hochbordwagen der französischen Südbahn von 50 t Tragfähigkeit.

(Revue générale des chemins de fer April 1904, S 267. Mit Zeichnungen.)

Wegen der ständig anwachsenden Erzbeförderung hat die französische Südbahn-Gesellschaft versucht, Hochbordwagen mit gröfserer Tragfähigkeit zu erbauen, da die bei den verschiedensten Eisenbahngesellschaften gebräuchlichen Gattungen der offenen Güterwagen zu grofses Eigengewicht haben. Die üblichen Wagen von 6 t, 8 t und 16 t Eigengewicht laden 10 t, 20 t und 30 t, das Eigengewicht beträgt 60 %, 40 % und 53 % der Ladung. Aufserdem stellt sich bei tragfähigeren Wagen

das Verhältnis der beanspruchten Gleislänge zur geförderten Last ungleich günstiger als bei den Wagen der bislang üblichen Bauart. Während ein gewöhnlicher 15 t Wagen zwischen den Buffern 7,6 m mifst, also 100 t Last ungefähr 50 m Gleislänge beanspruchen, nehmen zwei Wagen der neuen Bauart zu je 50 t nur 24 m Gleis ein, ein Vorteil, der nicht zu unterschätzen ist.

Die Südbahngesellschaft hat daher versuchsweise für den Dienst in regelmäfsig verkehrenden Zügen 10 neue Wagen von 50 t Tragfähigkeit erbauen lassen. Die beiden Drehgestelle der Wagen können hintereinander auf Drehscheiben von 4,2 m Durchmesser gedreht werden.

Alle Räder des Wagens werden gebremst. Die mit Bremserhäuschen ausgestatteten vierachsigen Drehgestellwagen bestehen aus dem aus geprefsten Stahlblechen verfertigten Wagenkasten üblicher Bauart und dem aus zwei inneren und zwei äufseren, im ganzen aus vier Längsträgern und vier Querträgern genieteten Rahmen, dessen Bufferbohlen gegen die Querträger durch Streben abgesteift sind. Der Rahmen ist aufserdem durch kastenartige Versteifungen verstärkt, an denen die Drehgestelldrehzapfen und die Zugvorrichtung sitzen. Die Bauart des ebenfalls aus geprefstem Stahlbleche hergestellten Drehgestelles bietet nichts Bemerkenswertes. Einzelheiten sind aus den Abbildungen der Quelle zu ersehen.

Auch bei versuchsweiser Belastung mit 82 t zeigten sich keine schädlichen Einflüsse oder bleibenden Veränderungen. Die Pfeilhöhe der Durchbiegung betrug 8,5 mm. In Zukunft könnte man daher die Wagen aus schwächeren Blechen herstellen, wodurch sich das Gewicht auf 14 t und das Verhältnis zur Nutzlast auf 27 % herabmindern würde.

Die Hauptabmessungen sind folgende: Gewicht = 15,4 t, Länge zwischen den Buffern = 11,93 m, Drehzapfenentfernung = 7,2 m, Drehgestellänge = 3,024 m. R—l.

45 t Kokswagen der Cambria Steel Co.

(Railroad Gazette 1904, Juni, XXXVII, S. 4. Mit Abbild.)

Der Wagen hat acht Bodentrichter, deren Öffnungen alle auf einer Seite liegen. Der Abstand der Trichtermitten stimmt überein mit dem von zwei Becherwerken, die beim Entladen die Koks auf die Gichtbühne der Hochöfen heben; der Wagen kann also mit viermaligem Verstellen ganz entladen werden. Die lichte Länge des Wagenkastens beträgt 14630 mm, seine lichte Breite 3022; die Oberkante der Wände liegt 4039 mm über S.O. Der Wagen ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen mit 10973 mm Mittenabstand. Das Untergestell besteht aus zwei in der Mitte liegenden Längsträgern aus 380 mm hohen [-Eisen, einem Längsträger aus 228 mm hohen [-Eisen auf der Seite, die keine Entladeöffnungen hat und entsprechenden Querverbindungen und Versteifungen. Die Entladeöffnungen sind 762 mm breit, 685 mm hoch. Zum Verschliefsen dienen Eisenstäbe, die mit einem Ende rechenartig durch Querstücke verbunden sind. Mit einer solchen Vorrichtung läfst sich beim Entladen leichter ein Verschlufs herstellen, als mit einer gewöhnlichen Tür, da die Zinken der Rechen sich leicht in die ausfliefsenden Koks eindrücken lassen. Der Wagen wiegt leer 25 t. P—g.

3/5 gekuppelte Schnellzug-Lokomotive der englischen Great-Zentral-Bahn.

(Engineering 1904, II, Dezember, S. 889. Mit Lichtbild und Zeichnungen.)

Beyer, Peacock und Co. in Manchester haben für die englische Great-Central-Bahn nach den Entwürfen des Lokomotiv-Ingenieurs dieser Bahn, J. G. Robinson, zwei 3/5 gekuppelte Schnellzug-Lokomotiven mit vorderm, zweiachsigem Drehgestelle von folgenden Hauptabmessungen gebaut:

Zylinderdurchmesser d	495 und 483 mm
Kolbenhub l	660 «
Triebraddurchmesser D	2057 «
Heizfläche	177,53 qm
Rostfläche	2,42 «
Verhältnis von Heizfläche zu Rostfläche	73,3
Dampfüberdruck p	12,7 at
Heizrohre, Länge	4683 mm
« Durchmesser aufsen	51 «
« Anzahl	221
Triebachslast	53,34 t
Dienstgewicht	68,73 t
Wasserinhalt des Tenders	14,78 cbm
Kohlenvorrat	6,6 t

Zugkraft $0,5 \frac{d^2 l}{D} p =$ . . . 4992 und 4753 kg

—k.

Selbstfahrer gegen Eisenbahnwagen und gewöhnliche Wagen.

Zur Lösung der Frage, ob die Einführung von Selbstfahrern den Eisenbahnen geschadet hat, und wenn noch nicht, ob sie eine solche Wirkung in Zukunft haben wird, ferner, ob das Wagenbau-Gewerbe darunter leidet, überreichte Herr Ridgely, der amerikanische Konsul in Nantes, an die verschiedenen Fachschriften und Sachverständigen in diesen beiden Betriebszweigen einen Fragebogen.

Die Fragen, die er dem Wagenbau-Gewerbe gestellt hat, sind etwa folgende:

1. Hat der Fortschritt der Erzeugung von Selbstfahrern dem Wagenbaue bedeutend geschadet?
2. Finden die Wagenbauer einen Ersatz für diesen Verlust in den Aufträgen für das Polstern und das Herstellen der Oberteile der Selbstfahrer?
3. Haben die neuen Werke, die nur Selbstfahrerkasten herstellen und polstern, den Wagenbauanstalten geschadet?

Die Zeitschrift »Le Guide du Carrossier« antwortet, dafs die Erzeugung von Selbstfahrern die Wagenbauer beunruhigt und ihnen geschadet hat; diejenigen aber, die schon Wagen und Pferde besafsen, haben sie beim Kaufe eines Selbstfahrers nicht abgeschafft. Die Zahl der in Paris hergestellten Luxuswagen nimmt ab. Der Schaden aber, der den Wagenbauern erwächst, ist auch den Strafsenbahnen zur Last zu legen. In Frankreich überhaupt ist die Anzahl Luxuswagen gestiegen; die Pariser Wagenbauer haben durch Ausfuhr ihren Umsatz vermehrt. Ferner senden die Bauanstalten von Selbstfahrern

die mit Maschinen versehenen Gestelle an die im Orte wohnenden Wagenbauer zur Ausstattung, was den letzteren einen Vorteil bietet.

Der Herausgeber von »La Carosserie Française« sagt, dafs der Selbstfahrer der Erzeugung von Luxuswagen geschadet hat; letztere haben hingegen etwas durch Kastenbau und Polstern für Selbstfahrer gewonnen, aber wenig, weil den Arbeitern diese Arbeit noch ungewohnt war. Im ganzen haben die Wagenbauer verloren.

Betreffs der Eisenbahnen schrieb der Vorsitzende der französischen Westbahn, dafs die Selbstfahrer dieser Bahn gar keinen Schaden zufügen.

Der zweite Vorsitzende der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn, der gröfsten Frankreichs, sagt, dafs die Eisenbahndirektoren das neue Gewerbe willkommen heifsen sollten; denn sie haben nicht nur die Selbstfahrer zu befördern, sondern die Zahl der Reisenden vermehrt sich schon, da man lieber reist als früher. Er betrachtet die Erzeugung von Selbstfahrern als eine Hülfe, nicht als Schädigung.

Herr Mayer von der Paris-Orléans-Bahn schreibt, er habe noch keine Abnahme in der Einnahme seiner Bahn beobachtet, die eine Folge des neuen Gewerbes wäre. Nicht nur durch das Zurückbefördern der Reisenden, deren Selbstfahrer verunglückte, sondern auch im allgemeinen erwachsen der Bahn Vorteile. Ferner fallen der Bahn die Fracht der Rohstoffe und häufig der Selbstfahrer selbst zu. R. G.

Signalwesen.

Störungen selbsttätiger Blocksignale durch Frost.

(Railroad Gazette 1904, S. 242.)

Störungen selbsttätiger Blocksignale treten hauptsächlich im Winter bei plötzlichem Wärmewechsel auf, im Sommer nur nach schweren Gewittern.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben über viele Eigentümlichkeiten oder Launen beim Versagen von Signalvorrichtungen Klarheit gebracht. Frost und Eis tragen meist die Schuld, wenn »Ursache unbekannt« angegeben wird. Das in Kästen eingeschlossene Getriebe von Signalen, ist in ähnlicher Weise wie Gras, Zäune und Bretterfufssteige dem Niederschlage von Tau und Reif ausgesetzt. Tau bildet sich in der Nacht, Reif am Morgen.

Die Luft enthält stets Feuchtigkeit, warme Luft mehr, als kalte. Ist sie mit Wasserdampf gesättigt, so schlägt jede Wärmeerniedrigung einen Teil nieder. Tau bildet sich am leichtesten auf solchen Körpern, die durch Strahlung ihre Wärme schnell abgeben und so schnell kalt werden, wie Gras in der Nacht. In windigen Nächten bildet sich kein Tau, weil die Luft ständig wechselt und nicht kalt genug wird. Sinkt die Wärme des Grases unter Null, so gefriert die Feuchtigkeit zu weifsem Reife.

Niederschlag von Feuchtigkeit in geschlossenen Räumen ist am Morgen zu beobachten, wenn die Sonne aufgegangen ist, wobei der Himmel nicht wolkenlos zu sein braucht. Die Wärme der Sonne prallt gegen die Erde und wird als dunkele Wärme zurückgestrahlt. Die Wärme der Sonne wird in gerader Linie auf die Erde übertragen, ohne die umgebende Luft zu erwärmen, aber die Erdwärme strebt, sich gleichmäfsig auf die umgebenden Körper zu übertragen. Dieser Umstand richtet am meisten Schaden an. Die Luft, welche Eisengehäuse umgibt, nimmt Wärme von der Erde auf, die Wärme des Metalles steigt, es überträgt seine Wärme auf die eingeschlossene Luft. Wo Holz zum Schutze der Vorrichtungen benutzt wird, erwärmt sich die Luft im Innern langsam, sodafs die Metallteile sich gleichzeitig erwärmen können. Ist kein Holz vorhanden, so steigt die Wärme der eingeschlossenen Luft schnell, während die der eingeschlossenen Metallteile noch unter Null ist. Dieses plötzliche Steigen der Wärme, nicht wie oft angenommen wird die Kälte, bewirkt Störungen. Feuchtigkeit aus der Luft schlägt sich auf den Metallteilen nieder, gefriert und haftet fest. Steigt die Wärme weiter, so verwandelt sich der Reif in Wasser. Häufig sieht man grofse Tropfen auf allen Metallteilen im Innern der Kästen, am stärksten auf Kupfer, Stahl und Gufseisen. Platin, Neusilber und Metallmischungen gelten als Ersatz.

Folgt auf das plötzliche Steigen der Wärme schnelles Sinken, so scheint die warme Luft, die von aufsen bereits etwas Feuchtigkeit aufgenommen hat, die Feuchtigkeit von den verschiedenen Metallteilen nicht mehr aufnehmen zu können; sobald das Fallen beginnt, wird ein Teil der Luftfeuchtigkeit innerhalb des Kastens auf die Teile niedergeschlagen. Diese kleine Wassermenge gefriert zu Eis und bewirkt manchmal, dafs wichtige bewegliche Teile zusammenfrieren. Es dauert meist drei bis fünf Stunden, bis die Metallteile sich auf Luftwärme erwärmt haben. Man kann dies beobachten, wenn man den Kasten öffnet und darauf achtet, wie schnell die einströmende Luft den Reif entfernt; geringe Niederschläge verschwinden sofort. Nun schliefse man den Kasten wieder und warte eine halbe Stunde; obwohl Luft- und Metallwärme gleich sind, wird sich doch wieder Reif gebildet haben.

Störungen durch diese Verhältnisse treten in den Monaten November bis Januar ein, selten im Oktober und Februar, am häufigsten in Gegenden mit sehr feuchter Luft.

Versuche, die Störungen zu verhindern, sind mit mehr oder weniger Erfolg gemacht. Man hat Kästen gebaut, die auf allen Seiten aus zwei Lagen schmaler Bretter bestehen mit einem Eisenrahmen aufsen, sodafs sich die Innenwärme nicht rasch ändern kann. Man befestigt die Kästen an Masten in entsprechender Höhe über dem Erdboden, sodafs die Luft ringsum gut in Bewegung kommen kann. Man macht die metallischen Oberflächen möglichst klein, so dafs die Menge des Niederschlages verringert wird. Man sucht mit möglichst wenig beweglichen Teilen auszukommen und sorgt für gute Zugänglichkeit und leichte Beaufsichtigung.

Bei den elektrisch gesteuerten Prefsluft-Signalen, bei welchen im allgemeinen keine Störungen eintreten, kommt es manchmal vor, dafs in den Ventilen Wasserniederschläge gefrieren und schnelles Arbeiten hindern. Bei den elektrischen Signalen ist die Triebmaschine dadurch Störungen ausgesetzt, dafs der Stromwender sich mit Reif überzieht, sodafs die Bürsten

nicht mehr anliegen. Um den Niederschlag von Feuchtigkeit zu verhindern, hat man den Stromwender mit einem Ölüberzuge versehen; das hilft in weniger schweren Fällen; besser ist eine Bedeckung mit Flanell oder Filz, aber selbst das hat schon versagt. Bringt man an eisernen Kästen seitlich zwei Öffnungen so an, dafs die Luft wechselt, dafs aber kein Regen eindringen kann, so hilft dies bei etwas windigem Wetter. Hört der Luftzug aber auf, so erscheinen wieder Störungen. Mehrere Versuche, Luftzug zu erzeugen, sind fehlgeschlagen. Wenn man die Ausgabe gerechtfertigt fände, so wäre die Aufstellung eines kleinen Flügelgebläses mit elektrischem Antriebe der zuverlässigste Ausweg. Wie durch Wechsel der Luft, kann man auch durch deren Trocknung wirken. Dies ist mit Schwefelsäure, Ätzkalk und Chlorkalk versucht.

Die Erzeugung von Wärme durch Heifswasserbehälter, elektrische Heizspulen und Petroleumlampen hat sich nicht bewährt. In einem Falle wurde der Versuch so weit getrieben, dafs ein grofses Feuer auf dem Erdboden neben dem Kasten gemacht wurde, um die Luft zu trocknen, aber ohne Erfolg. Ausfüttern von Eisenkästen mit Weifstannenholz oder mit Haarfilz hat sich gut bewährt.

Bei den durch Kohlensäure*) betätigten Signalen ist Einfrieren kaum möglich. Nur wenn in dem Gase selbst Feuchtigkeit enthalten ist, kann sich auf dem Ventile Reif bilden und Versager veranlassen. Ist das Gas trocken, so saugt es, wenn das Signal auf »Fahrt« gestellt wird, alle Feuchtigkeit, die in dem Kasten enthalten ist, auf und macht die Eisbildung unmöglich. P—g.

Vorrichtung zum Anhalten eines Zuges auf freier Strecke.**)

Die Vorrichtung steht mit der Dampfleitung der Lokomotive in Verbindung und wird durch ein Ventil mit Schleifschlüssel als Ventilheber betätigt. An geeigneten Stellen der Strecke sind Anschlagstifte angebracht, die abhängig oder unabhängig vom »Halt«-Signale aufgestellt und umgelegt werden können. Wenn diese Anschläge mit dem Schleifschlüssel der Lokomotive in Berührung kommen, tritt die Vorrichtung in Tätigkeit und der Zug kommt ohne Zutun des Führers oder des Heizers dadurch zum Halten, dafs der Dampf abgestellt, die Bremse ausgelöst wird und eine Signalpfeife ertönt.

Die Einstellung der verschiedenen Hebel hängt von der Stellung eines Zweiweghahnes ab. Der Hahn und ein an ihm befestigter Flügel werden durch Streckenanschläge um einen Winkel von 90° umgestellt. Dabei strömt der durch ein Zuleitungsrohr vom Kessel kommende Dampf durch die Hahnbohrung in ein zu einem Zylinder führendes Rohr. Der Dampf drückt auf den Kolben dieses Zylinders, welcher sich in diesem Falle nicht wie gewöhnlich längs der Mantellinien bewegt, sondern um eine in Stopfbüchsen geführte Achse dreht. Die Drehbewegung des Kolbens ist auf 90° beschränkt. Auf der Kolbenstange ist eine Kurbel befestigt, welche mit ihrem Zapfen in die Kurbelschleife eines Gestänges eingreift. Das Gestänge ist in geeigneten Führungen gegen seitliche Verschiebung gesichert und erfährt auf diese Weise durch die Kurbelschleife eine lotrechte Verschiebung. Das Gestänge läuft in ein Führungsglied aus, in letzterm ist der Handhebel für die Dampfbremse geführt, und zwar entspricht die Bewegung des Führungsgliedes und des mitgenommenen Handhebels genau der üblichen Bewegung zur Auslösung der Dampfbremse. Das Führungsglied ist selbst in seiner lotrechten Bewegung gegen seitliche Verschiebung gesichert und trägt an seinem obern Ende ein Gelenk, an welchem eine Stange angreift.

Ein daran sitzender Winkel dient zur Übertragung der lotrechten in eine wagerechte Bewegung in der Weise, dafs die Abwärtsbewegung des Gestänges, also die Drehung des Winkels um 90° eine wagerechte Verschiebung der Schleife bedingt, welche den Handhebel des Dampfeinlafsventiles mitnimmt.

Die Verbindung der wagerecht geführten Schleife mit dem Winkel erfolgt durch eine Querstange, die in Gelenken drehbar angeordnet ist. Weiter bedingt die Bewegung des Winkelhebels auch die Bewegung eines Schubkurbelgetriebes, durch das die Signalpfeife angestellt wird.

Wird der Hahnflügel nach erfolgter Auslösung der Einrichtung in seine Grundstellung zurückgedreht, so wird der im Zylinder befindliche Dampf durch den Hahn auspuffen und der Winkelzug in seine ursprüngliche Lage zurückgebracht. Die Anordnung des Winkelzuges ist so getroffen, dafs der Lokomotivführer in der Bedienung der verschiedenen Hebel nicht gehindert ist.

Mit jedem Streckenanschlage kann eine elektrische Signaleinrichtung im Stations-Dienstzimmer verbunden werden, die dem Stationsbeamten angibt, ob und wo der Zug durch einen Streckenanschlag zum Stehen gebracht ist.

Die Einrichtung kann an jeder Lokomotive angebracht werden, ohne dafs eine Veränderung der Hebelanordnung für Dampfbremse und Dampfkolben vorgenommen werden mufs.

*) Organ 1904. S. 96.

**) D. R.-P. Nr. 132190.

Betrieb.

Hülfszüge der Pennsylvania- und der Chicago- und Nordwest-Bahnen.

(Railroad Gazette 1904, S. 169 und 171.)

Bei der Pennsylvania-Bahn sind Hülfszüge auf allen wichtigen End- und Anschlufsbahnhöfen, im übrigen in Entfernungen von 80 km aufgestellt. Jeder Zug untersteht einem Werkmeister und einem Aufseher, welcher zugleich den Dampfkran bedient. Aufser Dienst stehen die Züge in den Wagenwerkstätten an besonderer Stelle in der Nähe des Vorratlagers. Der Krankessel steht stets unter Dampf. Ein Mann ist bei jedem Zuge für den Zustand der Werkzeuge und Ausrüstungsgegenstände verantwortlich, er fordert sie vom Lagerhause an; bei Unfällen gibt er die Werkzeuge aus und hat nachzusehen, dafs jedes Werkzeug vor Abfahrt des Zuges an seiner Stelle ist. In der Regel werden dem Zuge 8 bis 10 Mann beigegeben; werden mehr Leute gebraucht, so werden Arbeiter aus den Wagenwerkstätten befohlen. In diesen arbeiten nachts

stets etwa 40 Mann, die für Nachtarbeit auf der Strecke bereit stehen. Sind bei einem Unfalle Reisende getötet oder verletzt, so wird ein Arzt und ein Krankenwagen möglichst schnell an Ort und Stelle gebracht.

Hauptaufgabe des Hülfszuges ist die Beseitigung von Verkehrshindernissen, damit die Strecke möglichst bald wieder frei wird; aufserdem soll er möglichst viel von den Wagenladungen bergen, damit die Schadenersatzansprüche niedrig ausfallen. Der Zug führt 25 Anzüge aus weifsem Segeltuche mit, die von den Mannschaften angelegt werden, wenn sie mit Fleischladungen zu tun bekommen, ferner eine grofse Zahl von Getreidesäcken und Wagendecken zum Fassen und Zudecken von Getreide und andere Waren. Sehr oft entstehen Unfälle dadurch, dafs sich Türen beladener Kohlentrichterwagen öffnen; die auf die Schienen fallende Ladung bewirkt hierbei Entgleisen des Wagens. Zum Wiederaufladen der Kohle wird ein Eimer mitgeführt. Er wird auf den Boden gestellt, vollgeschaufelt, mit dem Krane gehoben und durch Öffnen seines Bodens in einen darunter stehenden Wagen entleert. Liegt die Kohle auf längerer Strecke verteilt, so wird eine eigens hierfür mitgenommene Schaufel auf dem Boden entlang gezogen, um die Kohle zusammenzuscharren.

Die Wiederherstellung der Gleise und des Unterbaues ist Aufgabe der Mannschaft, die für gewöhnlich die Bahnunterhaltung besorgt. Jeder Hülfszug führt einen Dampfkran von 75 t Tragfähigkeit mit. Der Haken bestreicht einen Kreis von 4,8 ^{m} Halbmesser. Die Probelast des Kranes beträgt 100 t. Für schnelleres Heben kleinerer Lasten ist ein besonderer Haken vorhanden. Gute Beleuchtung ist vorgesehen. Dem Ölbehälter wird durch eine Luftpumpe Luft zugeführt. Mit dem Krane läuft ein offener Güterwagen, auf dem schwere Werkzeuge, mehrere vollständige Drehgestelle, Schienen, lange Hölzer und dergleichen verladen sind. Ferner führt der Zug zwei Werkzeugwagen, deren Wagenkasten 14 ^{m} lang sind. Sie haben an den Seiten und an den Stirnwänden Türen und offene Bühnen, sind sonst wie Personenwagen gebaut und ruhen auf je zwei zweiachsigen Personenwagen-Drehgestellen. Unter der Mitte der Wagenkasten sind Behälter für Werkzeuge angebracht. Der erste Wagen dient für die schwereren kleinen Werkzeuge, für Wasserdruck-Winden, Bahnwerkzeuge, Brecheisen, Schlitten, Schaufeln, Schraubenschlüssel, und enthält entsprechende Behälter und Fächer.

Der zweite Wagen ist durch eine Querwand in der Mitte geteilt. Das eine Abteil enthält an den Wänden eine Reihe niedriger Behälter für kleine Werkzeuge, in der Mitte einen breiten Gang. Dieser Teil des Wagens dient der Mannschaft als Aufenthalt während der Fahrt. Für Werkmeister und Aufseher sind an der Querwand kleine Pulte angebracht. Der andere Teil des Wagens hat breite, tiefe Behälter für Taue, Seile, Ketten und Flaschenzüge. Am äufsersten Ende stehen ein kleiner Ofen und Speiseschränke. Die Behälter sind mit Kissen bedeckt und können als Schlaflager oder als zeitweiliges Lager für Verunglückte benutzt werden.

Die Ausrüstung umfafst teils gewöhnliche Werkzeuge, teils eigenartig gestaltete Werkzeuge und Vorrichtungen, die allmälig aus anfangs rohen Lückenbüfsern zu ihrer jetzigen, zweckmäfsigen Form vervollkommnet sind. So mufsten, als statt hölzerner Wagenuntergestelle solche aus Eisen eingeführt wurden, wieder andere Werkzeuge ausgebildet werden. Die wichtigsten sind in der Quelle abgebildet; unter anderm ein Hebebalken, an dessen Mitte der Kranhaken angreift, während an den Enden Tauschlingen aufgehängt werden, die an ihren untern Enden mittels Haken unter das Wagenuntergestell greifen. Will man nur ein Wagenende heben oder will man den Wagen nach der Seite kippen, so bedient man sich nur einer dieser Schlingen. Die Haken sind verschieden für Holz- und Eisenuntergestelle. Statt der Tauschlingen können auch runde Stangen mit Haken an jedem Ende an den Hebebaum gehängt werden. Ferner sind besondere Ketten zum Heben von Radgestellen vorhanden, Haken mit scharfen Spitzen, die in Verbindung mit Tauen zum Heben oder Fortziehen sperriger Hindernisse dienen, Ketten mit einem steigbügelförmigen Eisenteile, die schnell um Träger herumgelegt werden können, ein Schmiedestück, das im Innern der Feuerkiste quer über die Feuertüröffnung gelegt wird, um am hintern Ende der Lokomotive ziehen zu können, Drahtseile, die zum Heben um Lokomotivkessel gelegt werden, mit Kettengliedern an jedem Ende. Alle diese Werkzeuge sind für schnelles Einhaken in Ringe oder Kettenglieder eingerichtet.

Die Einrichtung der Hülfszüge bei der Chicago- und Nordwest-Bahn ist ganz ähnlich. Diese verwendet 50 t Dampfkräne, die aber nicht ständig unter Dampf gehalten werden, da die Erfahrung gezeigt hat, dafs der erforderliche Dampf stets zu Gebote steht, bevor der Hülfszug die Unfälle erreicht. Tags wird die Begleitmannschaft durch ein verabredetes Pfeifensignal aus den Werkstätten zur Abfahrt herbeigerufen. Durchschnittlich steht der Zug am Tage in 20, bei Nacht in 30 Minuten zur Abfahrt bereit. Der Zug besteht aus dem Krane, zwei Werkzeugwagen, einem »blocking«-Wagen für Aufräumungen, zwei offenen Güterwagen für Drehgestelle, einen für Schienen, Weichen und dergleichen, einem Speisewagen, der auch 10 Lagerstätten enthält, sodafs er als Schlafwagen für die Mannschaft, oder als Krankenwagen für Verletzte dienen kann. Er enthält einen Kochofen, einen Ofen für warmes Wasser, Lebensmittelvorräte, Bettzeug, Verbandzeug, Arzneien, Operationstisch, Tragbahre, Vorschriften über Verhalten vor Ankunft des Arztes. Eine ausführliche Liste der in dem Schranke für den Arzt mitgeführten Gegenstände ist in der Quelle veröffentlicht, ebenso eine Liste der ganzen Ausrüstung des Hülfszuges. P-g.

Höherer Druck in der Bremsleitung bei Personen-Zügen.

(Railwoad Gazette 1904, XXXVI, S. 863.)

J. P. Kelly berichtet, dafs bei amerikanischen Bahnen der Bremsleitungsdruck auf 6,3 at gesteigert worden ist, ohne Anwendung von Druckminderungsventilen*), ohne dafs Schleifen der Räder eingetreten wären.

Bei einer Bahn konnte der Leitungsdruck für alle Lokomotiven von 4,9 auf 6,3 at gesteigert werden ohne Änderung in der Ausrüstung; Voraussetzung ist hierfür, dafs das Bremsgestänge die gröfsern Kräfte enthält.

Das Bremsgestänge neuerer amerikanischer Personenwagen

*) Organ 1897, S. 228; 1902, S. 41.

und Lokomotiven ist selbst für 7,7 at Leitungsdruck noch stark genug. Man sollte deshalb diesem Druck möglichst anwenden.

Dabei dürfte aber ein zuverlässiges, selbsttätiges Druckminderungsventil am Bremszylinder, das dessen Druck bei Geschwindigkeiten unter 32 km/St. erniedrigt, nicht zu entbehren seien.

Ein solches Ventil dürfte aber nur dann seinen Zweck erfüllen, wenn alle Fahrzeuge eines Zuges gleichmäfsig gebremst werden. Werden Lokomotive und Tender schwächer gebremst, als die Wagen, so ziehen sie den Zug noch eine Strecke vorwärts, nachdem die Wagenräder angefangen haben, zu schleifen.

Nach den Erfahrungen der letzten 10 Jahre glauben amerikanische Fachleute, dafs ein zweimaliges Anziehen der Bremsen, wo es angewendet werden kann, die beste Art des Bremsens sei. Man kann hierbei hohen Druck für hohe Geschwindigkeiten verwenden und den Druck im Bremszylinder erniedrigen, wenn die Geschwindigkeit soweit fällt, dafs Schleifen der Räder zu fürchten ist.

Die Vorteile dieses Verfahrens sind um so gröfser, je höher der Leitungsdauer ist.

Gründliche Versuche auf der New-Jersey-Zentral-Bahn haben lehrreiche Ergebnisse gebracht.

Gewöhnliche Bremsungen wurden bei 53,7 km/St. Geschwindigkeit Gefahrbremsungen bei 81,7 und 112 km/St. Geschwindigkeit vorgenommen.

Hierfür betrug an den Bremszeiten im Durchschnitte 12 15 und 28 Sekunden, die Bremswagen 120, 190 und 467,1 m, der Druck im Bremszylinder bei Beginn der Bremsung 5,5 at, 5,95 at und 6 at, am Ende der Bremsung 5,35 at, 5,46 at und 5,14 at.

Dafs bei den Versuchen mit 53,7 km/St. Geschwindigkeit kein Schleifen der Räder eintrat, obwohl der Bremszylinderdruck kaum fiel, wird darauf zurückgeführt, dafs alle Fahrzeuge in gleichem Mafse verzögert wurden. Bei der Gefahrbremsung mit 81,7 km/St. Geschwindigkeit zeigte sich ebenfalls kein Schleifen der Räder. Bei der Gefahrbremsung mit 112 km/St. Geschwindigkeit trat der gröfste Druckabfall im Bremszylinder ein, weil die längere Bremszeit ein stärkeres Ausblasen von Luft ermöglichte. Macht man also bei niedriger oder mittlerer Geschwindigkeit eine Gefahrbremsung, während das Druckminderungsventil für eine hohe Geschwindigkeit eingestellt ist, so kann der Druck im Bremszylinder nicht fallen, weil die Zeit dafür zu kurz ist. Da der Zug bei den Versuchen mit 53,7 km/St. Geschwindigkeit mit 5,35 at Druck im Bremszylinder ohne Gleiten der Räder zum Stehen kam, so hat es keinen Sinn, bei Gefahrbremsung und 112 km/St. Geschwindigkeit den Druck auf 5,14 at fallen zu lassen.

Kelly hat Bremsversuche mit einem Zuge aus 6 Wagen vorgenommen. Die Geschwindigkeiten betrugen 81,3, 94,5, und 113,4 km/St., die Bremszeiten 15,20 und 26 Sekunden, die Anfangsdrucke in den Bremszylindern stets 6 at, die Enddrucke 5,5 at, 5,3 at und 5,1 at. Die Wege, die von dem Zuge zurückgelegt wurden, von dem Augenblicke an, wo die Geschwindigkeit 72 km/St. betrug bis zum Stillstande, betrugen 145, 162 und 164 m; sie waren also in den beiden letzten Fällen länger, weil die Druckminderungsventile Zeit hatten, zu wirken; das spricht aber gegen ihre Anwendung.

Bei Gefahrbremsungen soll der Zug so schnell, und so stark wie möglich verzögert werden; man sollte deshalb keine Druckminderungsventile anbringen, sondern das Verfahren des zweimaligen Anlegens der Bremse anwenden, wenn der Bremsweg so lang ist, dafs auf Verhinderung des Gleitens Bedacht genommen werden kann. Je höher man den Leitungsdruck aber wählt, um so seltener sind überhaupt Gefahrbremsungen nötig.

Wenn Bremszeit und Bremsweg lang genug sind, um den Sandstreuer in Tätigkeit zu setzen, so ist dies sehr vorteilhaft, weil dann die Gefahr des Schleifens ganz beseitigt ist, und Druckminderungsventile erst recht überflüssig werden.

P . . . g.

Elektrische Eisenbahnen.

Die elektrischen Lokomotiven der New-York Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn.

(Street Railway Review 1904, Juli, S. 446. Mit Abb.; Engineer 1904, Dezember, S. 542. Mit Abb.)

Die New-York Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn richtet auf ihrer in die Stadt einmündenden Linie bis auf 54 km Ausdehnung elektrischen Betrieb ein, wie ihn die Orléansbahn in Paris zwischen den Bahnhöfen Quai d'Orsay und Austerlitz bereits führt.

Die Vorarbeiten dieser Bauausführung fielen in die Zeit der ersten erfolgreichen Versuche mit Einphasen-Wechselstrombahnen, und es spricht für das Vertrauen der Amerikaner zu ihren Versuchs-Triebmaschinen dieser Art, dafs dem vorliegenden Entwurfe Gleichstrom zu Grunde gelegt ist.

Von den Lokomotiven, von denen die General Electric Co. 30 in Arbeit hat, gibt Street Railway Review im zweiten Julihefte eine kurze Beschreibung (Textabb. 1). Die Lokomotive ruht auf vier Trieb- und zwei an den Enden angeordneten Laufachsen. Der Oberteil hat die übliche Form: in der Mitte die ganz geschlossene Führerkammer mit Seitentüren, an den Enden abgeschrägte Kammern, in denen die Widerstände für Anfahrt und Geschwindigkeits-Regelung untergebracht sind und die hier einen den Ausblick auf die Gleise etwas einschränkenden Aufbau erhalten haben.

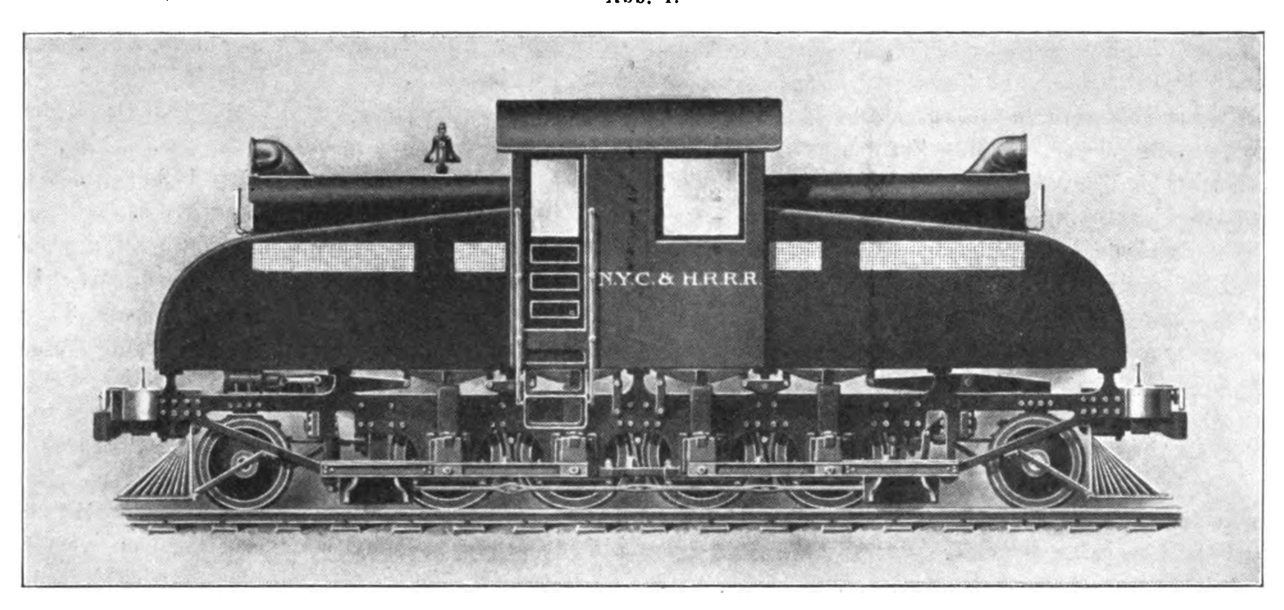
Die Lokomotiven sollen Züge von 540 t höchstem Gewichte mit etwa 75 km/St. ziehen und daneben Verschiebedienst auf den Endstationen verrichten können. Ihr Gewicht wird mit 86 t, ihre Leistung mit 2200 bis 2900 P. S. angegeben. Da diese Leistung bei einer Fahrgeschwindigkeit von 75 km/St. nicht zur Geltung kommen kann, sind jedenfalls sehr hohe Beschleunigungen in Aussicht genommen. Genauere Angaben sind hierüber noch abzuwarten.

Die Länge der Lokomotive beträgt 11280 mm, der Durchmesser ihrer Triebräder 1118 mm, der der Triebachsen 215 mm. Der Achsstand, über den Mafsangaben fehlen, soll schärfste Gleiskrümmungen von 100 m zulassen. Der Rahmen des Unter-

gestelles ist aus Gufsstahl, der Oberkasten der Lokomotive aus Stahlblech mit Winkeleisen angefertigt.

Die elektrische Einrichtung bietet besonders hinsichtlich der Triebmaschinen viel beachtenswertes. Mit Rücksicht auf die hohe Fahrgeschwindigkeit werden die Achsen ohne Zahnradübertragung unmittelbar angetrieben. Man unterschied bei diesen Achsantrieben bisher zwei Bauarten: Die Triebmaschine safs entweder ohne jede Federung auf der Achse, wobei Anker- und Radachse zusammenfielen, oder die Wagenachse ging durch die Triebmaschine mit Spiel hindurch, die Ankerachse war mithin hohl. Im ersten Falle war der Achssatz mit der ganzen Triebmaschine beschwert und wirkte, insbesondere an den Schienenstöfsen, zerstörend auf die Gleise. Im zweiten Falle wurde die ganze Triebmaschine vom Wagenuntergestelle getragen, mufste also die Wagenachse mit einem deren Federung entsprechenden Spiele umfassen und übrigens durch nachgiebige Kuppelungen antreiben. Die Anordnung dieses Falles geht den Mittelweg. Der Anker sitzt fest auf der Achse, das Magnetgehäuse fest im Untergestelle.

Abb. 1.



Der Beweglichkeit der Achse im Untergestellrahmen ist nun dadurch Rechnung getragen, dafs einmal die Triebmaschine nur Seitenpole, also keinen oberen und unteren Pol erhalten hat, und dafs die Seitenpole nicht wie üblich mit dem Anker einmittig ausgebohrt sind, diesen also kreisrund mit dem erforderlichen Luftraume umschliefsen, sondern senkrecht abgeflacht sind, sodafs der Anker beim Federspiele der Achse vor den geraden Polflächen auf und abfährt und dabei seinen Luftabstand von diesen nicht ändert. Die Wagenachse ist mithin nur mit einem Teile des Maschinengewichtes, mit dem Anker, belastet und wird unmittelbar unter Ausschlufs von nachgiebigen Kuppelungen angetrieben. Gegenüber der starren Lagerung hat man also die Entlastung der Achse vom Magnetgehäuse als Vorteil erzielt, gegenüber der nachgiebigen Lagerung dagegen den Fortfall der beweglichen Kuppelung, allerdings auch unter Belastung der Achse durch den Anker. Diese Vorteile gegen die bisherigen Lagerungen der Triebmaschine wurden aber mit einer erheblich ungünstigeren Bauart der Triebmaschine erkauft. Eine derartig gekünstelte Bauart war man bisher bei den Amerikanern nicht gewohnt, und es beibt abzuwarten, ob sich solche Triebmaschinen weiter einbürgern werden.

Die Lokomotive besitzt vier Triebmaschinen, die im Gegensatze zu der in ähnlichen Fällen, bei der Untergrund-Zentralbahn in London und der Orléansbahn in Paris gebräuchlichen, unmittelbaren Regelung hier durch eine mittelbare Zuregelung »multiple unit control« gesteuert werden. Es mag das wohl mit Rücksicht auf die sehr grofsen Stromstärken geschehen sein, welche sich bei nur 600 Volt Leitungsspannung ergeben haben. An sonstigen Einrichtungen sind die elektrisch betriebene Luftpumpe, der Luftsandstreuer mit elektromagnetischer Steuerung, die elektrische Heizvorrichtung der Führerkammer und endlich die durchaus elektrisch bewirkte Beleuchtung zu erwähnen. C. Z.

Die Metropolitan-Hochbahn in Chicago.

(Street Railway Review, 15. August 1904, S. 496.)

Von den vier elektrischen Hochbahnen in Chicago benutzen die Metropolitan-Hochbahn und die Südseite-Hochbahn die Innengleise der allen vier Stadtbahnen gemeinsamen Umkehrschleife im Innern der Stadt. Die erstgenannte ist die ältere; ihre Züge bestehen aus einem Triebwagen und drei bis sechs Anhängern;*) die letztgenannte, die im Jahre 1898 vom Dampfzum elektrischen Betriebe überging, konnte ihre Betriebsmittel schon mit einer der bekannten Zugregelungen versehen, also mehrere Triebwagen in einen Zug einstellen. Wegen dieser Verschiedenheit der Betriebsmittel und der dadurch bedingten Unterschiede zwischen deren Geschwindigkeitslinien, stellten sich Störungen im Betriebe der Umkehrschleife ein, die abwechselnd von den Zügen beider Stadtbahnen durchfahren wurde. Für eine solche Durchfahrt sind jetzt vierzehn Minuten erforderlich,

*) Siehe Zehme, Betriebsmittel der elektrischen Eisenbahnen S. 104. C. W. Kreidel, Wiesbaden.



und man rechnet damit, durch die Einrichtung einer Zugregelung auch in den Zügen der Metropolitan-Hochbahn eine Zeitersparnis von einer Minute, also eine Steigerung der Leistung der Umkehrschleife von 7 % neben der Erhöhung der mittlern Fahrgeschwindigkeit auf der ganzen Linie zu erzielen.

Diese, der Überlegenheit des elektrischen Betriebes vor dem Dampfbetriebe auf Stadtbahnen entsprechende, Umänderung soll nun durch den Einbau der Druckluft-Zugregelung von Westinghouse*) in die Triebwagen der Metropolitan-Hochbahn durchgeführt werden. Zugleich wurden 68 neue Triebwagen bestellt. Die neuen Züge sollen aus fünf oder mehr Wagen bestehen, von denen die beiden Endwagen Triebwagen sind.

Die genannte Druckluft-Zugregelung besteht aus einer Reihe von Luftventilen, die mittels eines Stromes von 14 Volt Spannung aus einer Speicherreihe magnetisch gehoben werden und dadurch den Schlufs des entsprechenden Schalters bewirken. Die Beschleunigung wird vorher ein für allemal festgesetzt und kann vom Wagenführer nicht mehr beeinflufst werden. Jeder durch Druckluft geschlossene Schalter schliefst den Erregerstromkreis des nächsten Ventilmagneten.

Mit den genannten Arbeiten sollen zugleich alle Vorsichtsmafsregeln gegen Feuersgefahr bei allen Wagen der Gesellschaft durchgeführt werden.

Die neuen Triebwagen haben an den Stirnseiten kleine Drehtüren zum Übergange von einem Wagen in den benachbarten, während die Eingangstüren an den Seiten der Endbühnen als Schiebetüren mit Luftdruckbewegung ausgeführt werden. Die Führerkammer wird wie bei den neuen Wagen der Manhattan-Hochbahn durch das Zurückschlagen besonderer Türflügel auf der betreffenden Endbühne gebildet. Die neuen Wagen erhalten Warmwasserheizung, die alten Wagen haben elektrische Heizung. C. Z.

*) Organ 1903, S. 219.

Technische Litteratur.

Der durchgehende Träger auf elastisch senkbaren Stützen. Von L. Vianello, Berlin. Berlin, J. Springer, 1904.

Dieser Sonderdruck aus der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure behandelt eine statische Aufgabe in geschickter Weise mit dem Ziele der Herstellung von Einflufslinien, die für den Eisenbahn-Ingenieur besondere Bedeutung hat, denn die Eisenbahnschiene auf Querschwellen in Bettung ist ein »Träger mit elastisch senkbaren Stützen«. Wir bezweifeln nicht, dafs die Arbeit dem Oberbau-Ingenieur als Vervollständigung der allgemeinen Grundlagen seiner Wissenschaft sehr willkommen ist.

Die Eisenbahn-Bremsfrage und insbesondere ein Vorschlag zum Abbremsen auf Steilbahnen. Von C. A. Walloth, Diplom-Ingenieur und Regierungsbaumeister in Strafsburg i. E. Sonderdruck aus »Zeitschrift für Lokal- und Strafsenbahnwesen 1903«. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1903. Preis 2,80 M.

Das Heft behandelt die Bremsfrage der Steilbahnen namentlich bezüglich der Feststellung der Grenze, von der an aufserhalb des Fahrzeuges liegende besondere Bremsmittel nötig werden, unter Angabe derjenigen Mittel, welche für diesen Zweck heute zur Verfügung stehen, und unter Beifügung von Vorschlägen zur Ausbildung dieser Mittel.

Über Walzenwehre. Vortrag, gehalten in der Versammlung der Fachgruppe der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure am 23. April 1903 von M. Carstanjen. Sonderabdruck aus der »Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines« 1903, Nr. 50. Wien, 1903, Selbstverlag des Verfassers.

Bekanntlich hat das Werk Nürnberg der vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, A. G., Wehre aus grofsen hohlen Walzen eingeführt, die mittels Zahnkränzen und Gliederketten aufgerollt werden, um die bei Wehren so überaus hinderliche gleitende Reibung ganz zu vermeiden. Das Heft bringt eine erschöpfende Darstellung der Grundlagen dieses Gedankens und seiner bisherigen Ausführungen, die für die bedeutsamen in Österreich und Süddeutschland geplanten steilen Wasserstrafsen grofse Bedeutung hat.

Die notwendigen Eigenschaften guter Sägen und Werkzeuge. Von D. Dominicus jr. In Kommission A. Seydel, Berlin. Preis 1,8 M.

Dafs die Technologie der Arbeitsmaschinen auf wissenschaftlicher Grundlage aufgebaut sein mufs, wenn dauernde wirtschaftliche Erfolge am Weltmarkte erzielt werden sollen, steht bei dem wohlmeinenden Kreise deutscher Technik heute wohl unumstöfslich fest; daneben gibt es aber doch immer noch Versuche, das in mühsamer und oft kostspieliger Arbeit als gut erkannte durch urteilslose Herstellung möglichst billiger Erzeugnisse zu unterbieten. Das Buch von Dominicus, im wesentlichen eine Sammlung von zum Teil früher erschienenen Einzelaufsätzen insbesondere über die Grundsätze der Herstellung best wirkender Sägen, tritt letzteren Bestrebungen mit Sachkunde und warmer Überzeugung, wenn auch manchmal etwas persönlich entgegen. Wir sind der Ansicht, dafs namentlich die Käufer von Sägen aller Art für grofse und kleine Betriebe dem Buche sehr wertvolle Fingerzeige entnehmen können.

La Machine Locomotive. Manuel pratique donnant la description des organes et du fonctionnement de la locomotive à l'usage des mécaniciens et des chauffeurs par Édouard Sauvage, Ingénieur en chef des mines, Ingénieur en chef conseil des chemins de fer de l'Ouest, Professeur à l'École nationale supérieure des mines et au Conservatoire national des Arts et Métiers. Quatrième édition. Paris, Ch. Béranger, 1904. Preis 5,0 Frs.

Bekannt ist, dafs Frankreich nicht an letzter Stelle an der wissenschaftlichen Vertiefung des Lokomotivbaues gearbeitet hat, und dafs sich gerade die französischen Sammlungen der Erfahrungen mit diesem verwickelten und den verschiedenartigsten Ansprüchen unterliegenden Verkehrsmittel durch besondere Gründlichkeit auszeichnen. Das zeigt sich in den vorzüglichen Leistungen, die fast alle französischen Bahnen auf diesem Gebiete erzielen, das zeigt sich aber auch im Veröffentlichungswesen, welches auf dem erreichten Stande der Erkenntnis der Eisenbahnmaschinentechniker beruht, insbesondere an dem hier vorliegenden Werke.

Obwohl sich das Werk an die Lokomotivführer und Heizer wendet, um diesen Unterweisung in den Grundlagen ihrer Tätigkeit zu bieten, obwohl also die Darstellungsweise einfach und leicht verständlich sein müfste, waltet in ihm doch eine Gründlichkeit und Vollständigkeit, wie sie unter solchen Umständen nur bei bester Beherrschung des Gegenstandes erzielt werden kann. Deshalb sind wir der Ansicht, dafs auch der nicht französische Bahnbeamte aus dem in erster Linie auf französische Verhältnisse berechneten Buche gute Belehrung schöpfen wird, um so mehr, als gerade auch dieses Buch einen Beleg für die immer weiter über die Völker ausgreifende Gemeinsamkeit technischen Wissens und Könnens bildet.

Ein technisches Zentral-Studienbureau für das Eisenbahnwesen in Österreich. Vortrag, gehalten in der Vollversammlung des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines am 9. Jänner 1904 von Sektionschef Dr. Wilhelm Exner. Sonderabdruck aus der Vereinszeitschrift 1904, Nr. 5 und 6. Wien 1904, im Selbstverlage des Verfassers.

Der Verfasser betont, wie wichtig es ist, dafs von den grofsen Einnahmen der Eisenbahnen ein gewisser, stets nur verschwindend geringer Betrag zu planmäfsiger und wissenschaftlicher Erforschung der das Eisenbahnwesen betreffenden Fragen verwendet werde, um die Wirtschaft der Eisenbahnen mit den gesammelten Erfahrungen günstigst zu gestalten. Er schlägt zur Durchführung dieses Planes die Einrichtung einer einheitlich geleiteten, staatlichen Versuchsanstalt, das »Studienbureau« vor. Da die in anderen Staaten in dieser Richtung bereits getanen Schritte aufgeführt werden, so erfährt die auch nach unserer Ansicht höchst bedeutungsvolle und meist nicht richtig gewürdigte Frage eine reiche Beleuchtung, die allen Eisenbahntechnikern Wissenswertes bietet.

Über die Ermäfsigung der Gütertarife auf den preufsischen Staatseisenbahnen von H. Schwabe, Geheimer Regierungsrat a. D. Berlin, A. Troschel, 1904. Preis 2,0 M.

Wir freuen uns, den altbewährten Schriftsteller des Eisenbahnfaches im Titel des Buches einmal wiederzufinden, da seine langjährige Erfahrung im Eisenbahndienste ihn besonders befähigt zur Behandlung dieser wirtschaftlichen Frage erscheinen läfst. In Übereinstimmung mit mehreren Verfassern auf diesem Gebiete kommt Herr Schwabe zu dem Schlusse, dafs eine Herabsetzung der Gütertarife ohne Schädigung der Einnahmen möglich sei durch Herabsetzung der Selbstkosten mittels Verwendung stärkerer Güterwagen für Massenbeförderung und von Selbstentladern. Wir können seiner Aufforderung, sich der Einführung dieser Mittel mehr zuzuwenden, als bisher, nur zustimmen.

Das Eisenhüttenwesen erläutert in acht Vorträgen von Professor Dr. H. Wedding, Geh. Bergrate. Zweite Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1904. Preis 1,0 M. Den deutschen Arbeitern gewidmet. Aus Natur und Geisteswelt. Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens. 20. Bändchen.

Das Buch ist aus den Vorträgen der »Volkshochschulkurse« entstanden, daher möglichst allgemein verständlich gehalten, schildert aber die hüttentechnischen Vorgänge der Gewinnung der verschiedenen Abarten des Eisens so anschaulich und eingehend, dafs nicht nur der Laie wertvolle Belehrung aus dem Buche schöpfen kann, sondern auch der Techniker einen wissenswerten Niederschlag der reichen Erfahrung des Verfassers darin findet. Wir empfehlen das leicht verständliche Buch deshalb auch allgemein.

Das Eisenbahn- und Verkehrswesen auf der Industrie- und Gewerbe-Ausstellung zu Düsseldorf 1902. Von M. Buhle, Professor an der Königl. Technischen Hochschule zu Dresden. Sonderdruck aus der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure. Berlin, J. Springer, 1903. Preis 3 M.

Wenn auch die Ausstellung in Düsseldorf dem beteiligten räumlichen Gebiete nach eine sehr beschränkte war, so tat das ihrem Reichtume im Fache des Eisenbahnwesens keinen Eintrag, umfafste doch das beschickende Gebiet grade die Grofsbetriebe, die in Deutschland wohl mit am meisten für das Eisenbahnwesen leisten. So liefert denn der geschickt und gründlich zusammengestellte Bericht ein reiches Bild vortrefflicher Erzeugnisse aller Art aus diesem Gebiete, und bietet dem Eisenbahntechniker eine grofse Zahl von Neuerungen und Erfahrungen, welche die eingehende Kenntnisnahme des nun in Buchform vorliegenden Berichtes zu einer höchst empfehlenswerten machen.

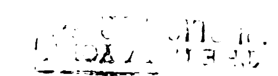
Alcune considerazioni sul materiale mobile ferroviario. Ing. Vittorio Kölbel. Estratte dalla Rivista Economica illustrata »L'Industria«. Faenza, V. Kölbel, 1903.

Das Heft enthält eine Reihe von Aufsätzen über Ausführungen auf dem Gebiete des Signalwesens und der Eisenbahnbetriebsmittel, insbesondere über selbsttätige Blockung.

Geschäftsanzeigen und Kataloge von Bauanstalten und gewerblichen Anlagen.

Arthur Koppel, Spezial-Katalog über Eisenbahnwagen mit Entladevorrichtung, sogenannte »Selbstentlader«.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Inhalt des siebenten und achten Heftes, Juli-August 1905.

Original-Aufsätze.

Vereins-Angelegenheiten.

Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Maschinen- und Wagenwesen.

Signalwesen.

Elektrische Eisenbahnen.

Technische Litteratur.

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band. Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. **7. und 8. Heft. 1905.**

Betriebs- und Versuchsergebnisse der Valtellinabahn. Eigenheiten der Drehstromzugförderung.

Von **Cserháti**, technischer Konsulent des Werkes Ganz und Co. in Budapest.

Hierzu Schaulinien Abb. 1 bis 4 auf Tafel XLI.

1. Betriebsergebnisse.

Das Ergänzungsheft des »Organ« für das Jahr 1904 enthält eine ausführliche Schilderung der elektrischen Vollbahn in Oberitalien, allgemein unter dem Namen Valtellina bekannt, und auch die Beschreibung der im Jahre 1904 abgelieferten drei Lokomotiven. Als eine Ergänzung hierzu sollen im nachfolgenden die Betriebsergebnisse kurz mitgeteilt werden.

Die Kosten für Löhne und Verbrauch beliefen sich in der Kraftanlage Morbegno für die Zeit vom 1. Juli 1903 bis zum 31. Juni 1904 auf 17450 M., während dieser Zeit wurden 3420502 Kilowatt-Stunden erzeugt, die Kosten betragen daher 0,51 Pf./K.W.St.

Die Kosten an Löhnen und Verbrauch für die Instandhaltung und Beaufsichtigung der Stromleitungen einschliefslich der Maste und Umformer-Stationen betrugen 266,9 M/km.

Die Kosten für die Instandhaltung und Prüfung der Fahrbetriebsmittel sowohl für den elektrischen als auch für den mechanischen Teil beliefen sich für ein Lokomotiv- beziehungsweise Wagen-Kilometer auf 3,53 Pf.

Die Zugförderungs-Kosten mit Schmier- und Putzstoffen und einschliefslich der Kosten für die Zugmannschaften betrugen im Jahresdurchschnitte für jenen Zeitabschnitt, in dem nur ein Teil der Lastzüge elektrisch befördert wurde, 1,59 M., für den Abschnitt, in dem alle Züge elektrisch gefahren wurden, 1,38 M. für 1000 Tonnenkilometer.

Auf einer zum Vergleiche gewählten Dampfbahn in Österreich mit ähnlichen Richtungs- und Steigungsverhältnissen, aber mit einem um etwa 30 % dichtern Verkehre, beliefen sich die Zugförderungskosten pro 1000 Tonnenkilometer auf 3,39 M. Die Ersparnisse an Zugförderungskosten ergeben im ersten Falle eine Verzinsung von 3,98 %, im zweiten von 5,53 % der für die elektrische Einrichtung aufgewendeten Kosten, und nebenbei werden alle Stationen und Triebwagen kostenlos beleuchtet und letztere kostenlos beheizt.

2. Versuche über Stromverbrauch.

Während des zweijährigen Betriebes der »Valtellina« wurden eingehende Versuche über den Stromverbrauch und Stromrückgewinn auf der Ebene und auf Neigungen, ferner über die zum Anfahren der Züge nötige Leistung angestellt. Diese Versuche wurden durch die Ingenieure Novi und Donati der Rete Adriatica unter Mitwirkung und Nachprüfung des Ingenieurs Celeri von der italienischen General-Inspektion vorgenommen. Die Ergebnisse sind zuerst auf dem Kongresse der italienischen Elektrotechniker zu Bologna im Jahre 1904 veröffentlicht worden.

Die nachfolgend anzuführenden Versuchsergebnisse sind meist dieser Veröffentlichung entnommen.

Wie oben erwähnt, sind in der Kraftanlage Morbegno während eines Jahres 3402502 K.W.-St. erzeugt. Die Zahl der in dieser Zeit gefahrenen Tonnenkilometer einschliefslich des Gewichtes der Lokomotiven und der elektrischen Einrichtung der Triebwagen betrugen 76845265 tkm, der Stromverbrauch für 1 tkm war also 44,3 Wattstunden, gemessen an der Schalttafel des Kraftwerkes.

In dieser Zahl sind enthalten:

1. Die zur Beförderung der Züge nötige Strommenge.
2. Alle Verluste von der Schalttafel des Kraftwerkes bis zum Radumfange der Betriebsmittel.
3. Der Stromverbrauch zur Beleuchtung der Stationen mit 1254 Glühlampen von je 16 Kerzen.
4. Der Stromverbrauch für die Beleuchtung und Beheizung der Triebwagen und Lokomotiven.
5. Der Verbrauch für die Speicher-Füllstationen mit zwei Antriebdynamos von je 21 K.W. Leistung auf der Gleichstrom-Seite.
6. Der Verbrauch zum Betriebe der Werkzeugmaschinen der Betriebswerkstätte in Lecco.

7. Der Stromverbrauch für den Verschiebedienst.
8. Der Stromverbrauch für die Proben gelegentlich der Prüfung der elektrischen Einrichtungen.

Die erwähnte Verbrauchsziffer von 44,3 Wattstunden ist auch von den genannten Ingenieuren der Rete Adriatica für eine nicht näher bezeichnete Zeit, von der Firma Ganz und Comp. unabhängig, aber übereinstimmend festgestellt worden.

Der Nutz-Stromverbrauch für 1 Tkm ist mit Hülfe eines hierfür eingerichteten Triebwagens, der sowohl Stromzähler als auch aufschreibende Wattmesser für beide Luftphasen erhielt, ermittelt worden. Der Durchschnitt aus 20 Versuchen ergab einen Verbrauch von 31 W.St. für 1 Tkm und zwar im Wagen gemessen. Die seitens der Beamten von Ganz und Comp. gemachten Versuche ergaben mit diesem Ergebnisse vollständig übereinstimmende Ziffern.

Die letztern Versuche erstreckten sich auch auf die Bestimmung des Nutz-Verbrauches im Kraftwerke gemessen. Der hierzu bestimmte Zug verkehrte während der Nacht nach Einstellung des regelmäfsigen Betriebes. Der Stromverbrauch für 1 Tkm betrug 34,9, rund 35 Wattstunden. Die Anlage arbeitet demnach mit einem Wirkungsgrade von 88,8 %.

Bei der Würdigung der angeführten Verbrauchsziffer darf nicht aufser Acht gelassen werden, dafs die »Valtellina« sehr ungünstige Verhältnisse hat, denn die durchschnittliche Steigung auf der ganzen Linie hin und zurück beträgt 2,5 ‰, das heifst wenn ein Zug von einem Endpunkte der Linie beginnend, alle Teilstrecken in beiden Richtungen befährt, mufs er im ganzen um 527,5 m gehoben werden, was bei der befahrenen Bahnlänge von $2 \times 106{,}5 = 213$ km der oben angegebenen Durchschnittsteigung entspricht.

Die Linie Lecco-Colico, auf welcher die Versuche über Stromverbrauch vorgenommen wurden, besitzt eine Durchschnittsteigung von 2,1 ‰; die Verbrauchsziffer von 31 Wattstunden gibt also den Verbrauch für 1 Tkm bei 60 km/St. Geschwindigkeit auf einer Steigung von 2,1 ‰ einschliefslich Anfahrarbeit.

Zur Beschleunigung einer Tonne von 0 auf 60 km/St. Geschwindigkeit sind durchschnittlich 95 Wattstunden nötig, dabei betragen die Verluste in den Widerständen und Triebmaschinen für 1 Tkm 6 Wattstunden. Bei einem angenommenen Wirkungsgrade von 0,85 für die Triebmaschinen betragen deren Verluste 4,6 Wattstunden, es verbleiben also 1,4 Wattstunden für die Widerstandsverluste oder 4,5 % des kilometrischen Stromverbrauches.

Ein 120 t schwerer Zug verbraucht bei 60 km/St. Geschwindigkeit auf der ebenen geraden Strecke im Beharrungszustande 13 Wattstunden für 1 Tkm.

Ein allein fahrender Triebwagen verbraucht im Durchschnitte, also einschliefslich der Leistung beim Anfahren, 48 Wattstunden für 1 tkm. Die Ursache des grofsen Unterschiedes gegenüber 31 Wattstunden bei einem etwa 120 t schweren Zuge liegt im Luftdrucke auf die Stirnfläche, der bei diesen Wagen nach anderweitigen Versuchen der Rete Adriatica 240 kg/m beträgt. Es ist daher nicht sparsam, die schweren Züge durch mehrere leichte zu ersetzen, und es ist auch nicht berechtigt, den elektrischen Widerstandsverlusten beim Anfahren eine so grofse Bedeutung beizulegen, wie es öfters geschieht, weil diese Verluste im Verhältnisse zum ganzen Verbrauche gering sind.

3. Stromrückgewinn.

Bekanntlich besitzen die Wechselstrom-Induktions-Triebmaschinen die Eigenschaft, auf Gefällstrecken von etwas über 4 ‰ Neigung unter Beibehaltung der Geschwindigkeit Strom in die Leitung zurückzugeben.

Die Verwertbarkeit dieser Eigenschaft ist häufig angezweifelt worden. Die diesbezüglichen Versuche haben nicht nur ihre Möglichkeit nachgewiesen, sondern auch die Strommenge ziffermäfsig festgestellt, die zurückgewonnen werden kann. Auf Gefällstrecken von 20 ‰ bei etwa 30 km/St. Geschwindigkeit und einem Zuge von 120 t konnten auf 1 tkm durchschnittlich 28,2 Wattstunden oder mit anderen Worten rund 80 % der Leistung zurückgewonnen werden, welche sonst abgebremst werden müfste.

Das äufserst günstige Ergebnis des Stromverbrauches auf der »Valtellina« ist zum gröfsten Teile diesem Umstande zuzuschreiben. Die Frage, wie der rückgewonnene Strom verwertet werden könnte, ist auch schon oft erörtert. Die einfachste Lösung ist, nicht nur die steilen Rampen der Gebirgsbahnen für elektrische Förderung einzurichten, sondern auch die Zufahrtslinien, um für den Rückstrom aller bergab fahrenden Züge Abnehmer zu finden.

Welche Bedeutung dieser Umstand besitzt, beweisen die Ergebnisse, die bei der Ausarbeitung des Arlberg-Entwurfes gefunden wurden. Es war beabsichtigt, nur die Strecke Landeck-Bludenz für elektrischen Betrieb einzurichten. Die Leistung des Kraftwerkes mufste mit Rücksicht darauf berechnet werden, dafs ein Teil der Züge in Ermangelung von aufwärts fahrenden Zügen bei der Talfahrt gebremst werden mufs. Vergleichs-Entwurf für die Strecke Innsbruck-Bregenz-Lindau hat das beachtenswerte Ergebnis geliefert, dafs dasselbe Kraftwerk, welches für die Strecke Landeck-Bludenz nötig war, für die viel längere Strecke Innsbruck-Bregenz-Lindau auch genügt, weil in letzterm Falle die auf den steilen Rampen des Arlberges bergab fahrenden Züge mit eingeschalteten Triebmaschinen fahren können; der Rückstrom dieser Züge wird nämlich durch die auf den Strecken Innsbruck-Landeck und Bludenz-Lindau fahrenden Züge verbraucht.

Der Stromrückgewinn kann nicht nur bei der Talfahrt auf Gefällen, sondern auch beim Anhalten der Züge stattfinden, vorausgesetzt, dafs die Triebmaschinen für Stufenschaltung eingerichtet sind, denn in diesem Falle kann die Zuggeschwindigkeit durch Anwendung der Stufenschaltung auf die Hälfte gebracht werden, also kann ein Teil der zur Beschleunigung des Zuges nötigen Arbeit zurückgewonnen werden.

Die auf diese Weise zurückgewonnene Strommenge beträgt 35 bis 40 % der Beschleunigungsleistung und rund 10 % der ganzen Leistung.

Diese Möglichkeit erlangt ihre gröfste Wichtigkeit im Stadtbahnverkehre, wo schwere Züge in kurzen Abständen anzufahren und wieder anzuhalten haben.

So wurde gelegentlich der Ausarbeitung des Entwurfes für die Wiener Stadtbahn nachgewiesen, dafs durch Anwendung der vierfachen Stufenschaltung*) beim Anhalten mehr Strom zurückgewonnen werden kann, als die Widerstandsverluste beim Anfahren betragen.

Aber auch für Hauptbahnen ist dieser Umstand wirtschaftlich wichtig, da die schweren Personenzüge, ferner die Omnibus- und Ortzüge bei verhältnismäfsig hoher Gröfst-Geschwindigkeit oft anhalten müssen.

In dem Arbeits-Aufwande für die Beförderung dieser Züge spielt die Beschleunigung eine wesentliche Rolle, und durch die einfache Stufenschaltung lassen sich, wie oben erwähnt, wenigstens 35 bis 40 % hiervon ersparen, bei vierfacher Stufenschaltung noch mehr.

Bei Wasser-Kraftwerken hat der Stromrückgewinn insofern Bedeutung, als mit demselben Werke unter Berücksichtigung des Stromrückgewinnes sehr viel mehr geleistet werden kann. Bei Dampf-Kraftwerken kommt aufserdem noch die sehr wesentliche Ersparnis an Betriebskosten dazu.

4. Abhängigkeit des Stromverbrauches von der Steigung.

Für eine und dieselbe Geschwindigkeit läfst sich der Stromverbrauch sehr einfach von der Steigung abhängig darstellen, nämlich, wenn wir vorläufig annehmen, dafs die Triebmaschinen mit 100 % Nutzwirkung arbeiten, in der Form:

Gl. 1) . . . . $s^{Tkm}_{}\overset{WSt}{=} c\,[w^{kg/t} \pm i^{\text{‰}}]$,

worin s den Stromverbrauch in Wattstunden für Tkm, c einen Erfahrungswert, w den Widerstand in der Wagerechten, i den Steigungswiderstand in kg für 1 t bedeuten.

Das obere Vorzeichen gilt für die Berg-, das untere für die Talfahrt. Gl. 1) stellt zwei gerade Linien dar, die die Ordinatenachse in demselben Punkte schneiden. Die halbe algebraische Summe der Ordinaten gibt den durchschnittlichen Stromverbrauch für eine volle Hin- und Rückfahrt, mit Berücksichtigung des Rückgewinnes.

Die Gleichung sagt, dafs, wenn die Triebmaschinen mit 100 % Nutzwirkung arbeiteten, der Stromverbrauch auf der Steigung eben so grofs wäre, wie auf der Ebene.

Berücksichtigt man die Nutzwirkung η der Maschinen, die bekanntlich mit der Belastung zunimmt, so ist der Stromverbrauch bei der Bergfahrt:

Gl. 2) . . . $s_b^{Tkm} \overset{WSt}{=} c\,\frac{1}{\eta}\,[w^{kg/t} + i^{\text{‰}}]$

und der Rückgewinn bei der Talfahrt:

Gl. 3) . . . $s_t^{Tkm} \overset{WSt}{=} c\,\eta\,[w^{kg/t} - i^{\text{‰}}]$.

Auf Grund dieser beiden Gleichungen wurden unter Benutzung der Nutzwirkung-Schaulinien der Triebmaschinen die Linien in Abb. 1 und 2, Taf. —— für den Stromverbrauch und Rückgewinn auf Rampen von 0 bis 45 ‰ und für 31 und 62 km/St Geschwindigkeit entworfen. Das Mittel der Ordinaten gibt auch hier den wirklichen Verbrauch bei einer Berg- und Talfahrt. Man sieht, dafs der Stromverbrauch für tkm mit der Zunahme der Steigung verhältnismäfsig langsam steigt, insbesondere bei der gröfsern Geschwindigkeit, weil die Nutzwirkung der Triebmaschinen in der einfachen Schaltung besser ist, als in der Stufenschaltung.

*) Eine beziehungsweise zwei nebeneinander geschaltete Haupttriebmaschinen und zwei Hülfsmaschinen in verschiedenen Verbindungen geschaltet ergeben dabei die vier Geschwindigkeiten.

Der Punkt, wo die Linie für die Talfahrt die Abszissenachse schneidet, gibt das Gefälle, auf welchem der Zug zur Fortschaffung keiner Arbeit bedarf.

In Abb. 1 und 2, Taf. XLI ist auch die Schaulinie des Stromverbrauches für den Fall eingezeichnet, dafs der Zug ohne Rückgewinn bergab fährt; da die Talfahrt dann ohne Arbeitsaufwand erfolgt, erhält man den Durchschnittsverbrauch für eine Berg- und Talfahrt, wenn man die Ordinaten der Linie für die Bergfahrt halbiert.

Man sieht aus diesen Schaulinien, um wie viel sparsamer eine Anlage mit Rückgewinn arbeitet, als eine solche ohne Rückgewinn. Der Unterschied beträgt zu Gunsten des Mehrphasenstromes, welcher den Stromrückgewinn bei der Talfahrt gestattet:

bei einer Steigung von	10 ‰	20 ‰	30 ‰	40 ‰	45 ‰
bei 31 km/St	40 %	100 %	132 %	165	169
bei 62 km/St	21 %	90 %	150 %*)	200*)	250*)

Auf ebenen Strecken ist der durch Stromrückgewinn erreichbare Vorteil nicht so grofs, aber mit Rücksicht auf die Stufenbremsung noch immer beachtenswert.

5. Betriebslänge der Drehstrombahnen.

Herr Ingenieur Donati hat auf dem Kongresse zu Bologna bereits erwähnt, dafs die für Dampfbeförderung gültige Berechnungsweise der Betriebslängen (virtuellen Längen) für Drehstrombahnen keine richtigen Werte liefert, und dafs es die Aufgabe weiterer Untersuchungen und Messungen sein wird, die Berechnungsweise der Betriebs-Tonnenkilometer für Drehstrombeförderung zu ermitteln.

Die Ursache, warum die allgemein gültigen Formeln für die Berechnung der Betriebslängen für Drehstrombahnen nicht verwendet werden können, liegt in der Möglichkeit des Rückgewinnes.

Unter der Betriebslänge einer Bahnlinie mit Steigungen und Bögen versteht man die Länge der geraden wagerechten Bahn, welche zur Beförderung eines Zuges dieselbe Arbeitsmenge erfordert wie die erstere. Die allgemein übliche Formel lautet:

Gl. 4) . . . . $L_v = L\,[a + b - 1]$,

worin L_v die Betriebslänge, L die wirkliche Länge, a das Verhältnis der Widerstandsarbeit auf der Steigung zu der auf der Wagerechten und b das Verhältnis der Arbeit in den Bogen zu der in der Geraden bedeutet. Demnach ist:

Gl. 5) 6) . $a = \frac{w^{kg\,t} \pm i^{\text{‰}}}{w^{kg/t}}$; $b = \frac{w^{kg\,t} + \varrho^{kg/t}}{w^{kg/t}}$,

w ist der Widerstand auf gerader, wagerechter Bahn, i die Neigung und ϱ der Widerstand in den Bogen, das obere Vorzeichen in a gilt für die Steigung, das untere für das Ge-

*) Auf so steilen Steigungen wird eine Geschwindigkeit von 62 km/St gegenwärtig nicht angewendet.

fälle; ist das Gefälle gröfser als der Zugwiderstand w, so wird a negativ, das heifst der Zug rollt ohne Kraftanwendung auf dem Gefälle herab.

Diese negativen Glieder werden bei der Berechnung der Betriebslänge für Dampfbahnen fortgelassen. Da aber der bergab fahrende Zug bei Drehstrom Strom in die Leitung zurückgibt, wodurch ein Teil der auf der Steigung aufgewendeten Arbeit ersetzt wird, müssen die negativen Glieder berücksichtigt werden. Die Arbeit des zutal fahrenden Zuges kann nicht voll in die Leitung zurückfliefsen, denn sie vermindert sich durch den Zugwiderstand und durch die Verluste in den Triebmaschinen.

Dienen die Betriebslängen zum Vergleiche der Betriebskosten verschiedener elektrisch betriebener Linien, so kann für Drehstrom die Formel 4 benutzt werden, worin die negativen Glieder mit ihrem vollen Werte zu nehmen sind. Dienen die Gleichungen zum Vergleiche einer Drehstrombahn mit einer Dampfbahn, so könnten die Gl. 4) bis 6) auch benutzt werden, denn die inneren Reibungswiderstände der Dampflokomotive haben einen ähnlichen Einflufs wie die Stromverluste in den elektrischen Triebmaschinen, beide vermindern nämlich die abzubremsende Arbeit. Wenn man aber von dem Gesichtspunkte ausgeht, dafs die Betriebslänge der Drehstrombahnen deshalb kleiner ausfällt, weil der Stromrückgewinn berücksichtigt wird, dann darf nur die tatsächlich zurückgewonnene Strommenge in Rechnung gezogen werden.

Dies geschieht am einfachsten, wenn man anstatt des wirklichen Gefälles i ein gedachtes Gefälle α i einführt, wo α kleiner als i ist und der Unterschied der beiden so grofs ist, dafs dadurch die Stromverluste gedeckt werden. Um α für irgend ein Gefälle zu berechnen, müssen wir von der abzubremsenden Arbeit ausgehen, deren theoretische Gröfse ist:

Gl. 7) . . $v^{m/Sek} \cdot (w^{kg/t} + \varrho^{kg/t} - i^{0/00}) = a,$

die wirkliche Gröfse:

Gl. 8) . . $v^{m/Sek} \cdot (w^{kg/t} + \varrho^{kg/t} - \alpha i^{0/00}) = \beta a,$

worin β das Verhältnis der wirklichen zur theoretischen abzubremsenden Arbeit, a die theoretische Gröfse der abzubremsenden Arbeit bedeutet.

Aus diesen beiden Gleichungen erhält man für α den Wert:

Gl. 9) . . $\alpha = \frac{1}{i}\Big((w + \varrho)(1 - \beta)\Big) + \beta.$

Die Versuche der Rete Adriatica ergaben:

bei 30 km/St: $i = 20\,^0/_{00}$ . . . $\beta = 0{,}8$

bei 60 km/St: $i = 12{,}4$ bis $14{,}9\,^0/_{00}$ $\beta = 0{,}7$,

hieraus ist für

30 km/St und $i = 20\,^0/_0$ . . . $\alpha_1 = 0{,}848$

60 « « $i = 14{,}9\,^0/_0$ . . $\alpha_2 = 0{,}808$

60 « « $i = 12{,}4\,^0/_0$ . . $\alpha_3 = 0{,}830$

Mit Rücksicht darauf, dafs die Betriebslängen keine genauen Werte sind, weil man doch nicht alle sie beeinflussenden Umstände berücksichtigen kann, so wird es genügen, wenn man für Gefällstrecken von 10 bis $20\,^0/_{00}$ $\alpha = 0{,}8$ einführt, dieser Wert dürfte auch für gröfsere und kleinere Gefälle genügend genau sein, was aber erst durch weitere Versuche bewiesen werden mufs.

Sind bei Gebirgsbahnen verschiedene Linien möglich, so ist bei der Wahl die Höhe der Bau- und der Betriebskosten entscheidend. Für die Berechnung der Betriebskosten dienen die Betriebslängen. Je gröfser die Steigung einer Linie, um so gröfser ist ihre Betriebslänge. Diese Betriebslängen werden nun durch Anwendung von Drehstrom bedeutend verkleinert. Um ein Beispiel anzuführen, ist die Betriebslänge der Arlbergstrecke zwischen Landeck und Bludenz für Drehstrom nach Gl. 6) um $28\,^0/_0$ geringer als für Dampfbetrieb. Durch Drehstrom werden also diese beiden Stationen vom Standpunkte der Betriebskosten um $28\,^0/_0$ näher aneinander gerückt.

6. Die Schwungradwirkung.

Die Wattschaulinien (Abb. 3 und 4, Taf. XLI) des Kraftwerkes in Morbegno vom Monate Dezember 1904 zeigen, dafs die durch das Anfahren selbst der schweren Züge verursachten Stromstöfse nicht gröfser sind, als 70 bis $80\,^0/_0$ des mittlern Stromverbrauches der zu jener Zeit verkehrenden Züge. Die Ursache dieses günstigen Verhältnisses ist zunächst die Verwendung von Flüssigkeits-Widerständen, die ein so sanftes Anfahren gestatten, dafs der im Wagen Sitzende den Augenblick des Anfahrens nicht bemerken kann, dementsprechend geschieht die Stromentnahme nicht plötzlich, sondern allmälig anwachsend. Eine andere Ursache der erwähnten Erscheinung ist in der Eigenschaft der Induktionstriebmaschine zu suchen, dafs sie bei Verminderung der Wechselzahl des Stromerzeugers um etwa $1{,}5\,^0/_0$ keinen Strom mehr aufnimmt, ja sogar bei noch weiterer Abnahme der Wechselzahl Strom in die Leitung zurückgibt.

Wenn also ein schwerer Zug anfährt, so wird die Umlaufzahl des Stromerzeugers nebst Antriebmaschine sich vermindern, die Wechselzahl nimmt also ab, und die mit kurz geschlossenen Triebmaschinen fahrenden Züge werden so lange keinen Strom aufnehmen, bis ihre Geschwindigkeit auf die der verminderten Umlaufszahl des Kraftwerkes entsprechenden Geschwindigkeit gesunken ist, das Kraftwerk wird also bei vorkommenden Stromstöfsen entlastet. Sollte sich die Umlaufszahl des Stromerzeugers plötzlich um mehr als $2\,^0/_0$ vermindern, so würden die Triebmaschinen aller in Fahrt befindlichen Züge Strom in die Leitung zurückgeben, mit anderen Worten: alle in Fahrt befindlichen Züge bilden ein riesenhaftes Schwungrad, das die Einwirkung der Stromstöfse auf das Kraftwerk bedeutend abschwächt. Dies ist eine sehr wertvolle Eigenschaft des Drehstrom-Betriebes, die nicht hoch genug angeschlagen werden kann, und die bisher nur wenig, oder überhaupt nicht beachtet wurde.

7. Aufsen liegende Schleifringe.

Bei den neugelieferten Valtellina-Lokomotiven*) sind die Schleifringe der Triebmaschinen nicht zwischen, sondern aufserhalb der Lokomotivrahmen untergebracht, wodurch einerseits die Zugänglichkeit, somit auch die Unterhaltung erleichtert wird, anderseits der Raum innerhalb der Lokomotivrahmen, der für die Unterbringung der Schleifringe nötig wäre, ganz für die Triebmaschinen ausgenutzt werden kann. Diese Anordnung ge-

*) Organ 1904, Ergänzungsheft, S. 339.

stattet also den Einbau viel kräftigerer Triebmaschinen als bei innen liegenden Schleifringen.

Diese Anordnung erfordert, dafs die drei Wicklungsenden des Ankerrades durch die ausgebohrte Kurbelwelle, durch den Kurbelarm und Zapfen schliefslich durch eine Gegenkurbel zu den drei Schleifringen geführt werden. Für drei stromdicht voneinander gesonderte Leitungen läfst sich diese Anordnung ohne jede Schwierigkeit durchführen, während, wenn man den Stromwender einer Gleich- oder Einphasen-Strommaschine auf ähnliche Weise anbringen wollte, über 100 solche stromdicht gesonderte Herausführungen nötig sein würden, was technisch wohl nicht unmöglich, aber auf eine einfache Weise gewifs nicht zu lösen wäre.

Die Möglichkeit, durch diese Bauweise sehr kräftige Triebmaschinen in das Lokomotivgestell einbauen zu können, ist nicht zu unterschätzen, denn mit je weniger Triebmaschinen eine bestimmte Leistung erzielt werden kann, um so leichter und einfacher wird die elektrische Lokomotive. Diese Möglichkeit bei einfachen Bauteilen wird nur durch die Mehrphasen-Triebmaschine geboten.

8. Vergleich des Stromverbrauches mit dem anderer Stromarten.

Auf den Stromverbrauch für 1 tkm haben sehr viele Umstände Einflufs, so Geschwindigkeit, Steigung, Krümmungen, Zugbelastung, Zuglänge, Stations-Abstände. Es ist aus diesem Grunde ziemlich schwierig, die Verbrauchsziffern von Bahnen verschiedener Bauart miteinander zu vergleichen.

Überdies sind die Angaben über den Stromverbrauch auf Hauptbahnen und Bahnen mit hauptbahnähnlichem Verkehre in der Fachlitteratur ziemlich spärlich, und auch diese beziehen sich nahezu immer auf den Verbrauch im Wagen, oder wie man zu sagen pflegt, »auf dem Drahte« und nicht auf den an der Schalttafel des Kraftwerkes.

Die ganze Verbrauchsziffer von 44 $^{\text{WSt/Tkm}}$ einschliefslich aller Verluste und des Verbrauches für alle übrigen elektrischen Einrichtungen der Valtellina mufs als eine sehr günstige bezeichnet werden, denn die meisten bisher bekannt gewordenen Angaben über den Verbrauch für 1 tkm im Wagen gemessen sind höher, wobei zu bedenken ist, dafs der Verlust von der Schalttafel des Kraftwerkes bis zu den Unterstationen auf Gleichstrombahnen mit umlaufenden Umformern nahe an 20 % beträgt. Der Nutzverbrauch von 31 $^{\text{WSt/Tkm}}$ im Wagen gemessen ist mit einer andern Stromart unter den schwierigen Neigungsverhältnissen der Valtellina noch nicht erreicht worden.

Die Verbrauchsziffern der Gleichstrombahnen bieten wenig Beachtenswertes, da man heute wohl kaum daran denken wird, eine Hauptbahn von gröfserer Ausdehnung mit den sowohl bezüglich der Beschaffung als auch bezüglich des Betriebes teuren Gleichstromanlagen auszurüsten. Bedeutsamer sind die Verbrauchsziffern der Einphasen-Wechselstrombahnen, die bezüglich der Kraftverteilung längs eines ausgedehnten Eisenbahnnetzes nahezu dieselben Vorteile bieten, wie Drehstrombahnen. Bei den Versuchen,*) welche auf der von der »General Electric Co.« errichteten Probestrecke zwischen Schenectady und Ballston vorgenommen wurden, ist dieselbe Strecke mit denselben Triebmaschinen, einmal mit Gleichstrom, das anderemal mit Einphasen-Wechselstrom zurückgelegt. Der Verbrauch betrug:

für Gleichstrom . . . . 53,6 $^{\text{WSt/Tkm}}$
für Einphasen-Wechselstrom . . . 78,1 «

*) Street Railway Journal 1904, 24. August, Nr. 9.

Man sieht, dafs dieselbe Triebmaschine unter ganz gleichen Umständen mit Einphasen-Wechselstrom um 46 % mehr Strom verbraucht als mit Gleichstrom. Da es keines weitern Beweises bedarf, dafs Drehstrom-Triebmaschinen mindestens mit derselben Nutzwirkung gebaut werden können wie Gleichstrom-Triebmaschinen, so kann aus den Ergebnissen des obigen Versuches auch auf das gegenseitige Verhalten der Mehr- und Einphasen-Triebmaschinen bezüglich des Stromverbrauches geschlossen werden. Die Einphasen-Wechselstrom-Maschinen werden unter ähnlichen Verhältnissen, unter welchen die obigen Ergebnisse gewonnen wurden, um etwa 40 bis 50 % mehr Strom verbrauchen als die Mehrphasen-Maschinen.

Auf der 4,1 km langen Einphasen-Wechselstrombahn Niederschöneweide-Spindlersfeld*) werden bei 908 ^{m} Stationsabstand bei 34,4 km/St Höchstgeschwindigkeit und einem Zuggewichte von 170 t 45 $^{\text{WSt/Tkm}}$ verbraucht, wobei die Strecke nur auf 500 ^{m} Länge eine Steigung von 2 ‰ hat.

Das Werk Ganz und Comp. hat im Entwurfe für die Wiener Stadtbahn für dasselbe Zuggewicht wie oben bei einer Gröfstgeschwindigkeit von etwa 31 km/St und bei einem durchschnittlichen Stationsabstand von 906 ^{m} 30,7 $^{\text{WSt/Tkm}}$ Stromverbrauch angegeben, für den Gewähr geleistet wird. Der Unterschied beträgt auch hier 45 % zu Gunsten des Drehstrom-Betriebes, wobei noch bemerkt wird, dafs die Wiener Stadtbahn Steigungen bis zu 29 ‰ besitzt.

Die Stubaitalbahn bei Innsbruck verbraucht**) 70 $^{\text{WSt/Tkm}}$. Mit Hülfe eines genauen Längenschnittes der Stubaitalbahn wurde der Verbrauch bei den Geschwindigkeiten, wie sie im Entwurfe angegeben sind, für Drehstrom ohne Stufenschaltung berechnet. Die Rechnung ergibt für eine volle Hin- und Rückfahrt einen durchschnittlichen Verbrauch von 29,4 $^{\text{WSt/Tkm}}$ im Wagen, also rund 31 $^{\text{WSt/Tkm}}$ am Speisepunkte. Diese günstige Ziffer rührt daher, dafs während der Bergfahrt 57 $^{\text{WSt/Tkm}}$ verbraucht, aber bei der Talfahrt 27,6 $^{\text{WSt/Tkm}}$ zurückgewonnen werden.

Die hier angeführten Verbrauchsziffern der Einphasen-Wechselstrombahnen sind aus Veröffentlichungen der Bauunternehmungen entnommen; die für Drehstrom sind den amtlichen Versuchen der Rete Adriatica entlehnt, sofern sie aber gerechnet wurden, stützen sie sich auf diese Versuche.

9. Schlufsfolgerung.

Die besprochenen Eigenheiten des Mehrphasenstrom-Betriebes gewähren folgende Vorteile:

1. Die Möglichkeit, die Arbeit, die in den fahrenden Zügen aufgehäuft ist, bei der Fahrt auf Gefällen oder beim Anhalten in der Form elektrischen Stromes zu grofsem Teile zurückzugewinnen, wodurch ein sehr geringer Stromverbrauch erreicht wird.

*) Glaser's Annalen 1904, Heft 3.
**) Zeitschrift für Elektrotechnik 1905, Heft 3.



2. Die Möglichkeit, die durch Anfahren schwerer Züge verursachten Stromstöfse durch »Schwungradwirkung« der fahrenden Züge abzuschwächen.
3. Die Möglichkeit, die Schleifringe getrennt von den Triebmaschinen anzubringen und so den ganzen innerhalb der Lokomotivrahmen zur Verfügung stehenden Raum für diese Maschinen auszunutzen.

Diese Vorteile lassen sich nur mit Induktions-Triebmaschinen erreichen, von denen bisher nur die Mehrphasen-Induktionsmaschine für Bahnzwecke geeignet gefunden wurde. Ohne die Wahl einer Induktionsmaschine gehen die aufgezählten Vorteile verloren. Dem gegenüber mufs man allerdings auf die beliebig veränderliche Geschwindigkeit verzichten.

Bekanntlich kann die Dampflokomotive bis zu einer, teils durch die Leistungsfähigkeit des Kessels, teils durch die Betriebsicherheit gestellte obere Grenze mit jeder beliebigen Geschwindigkeit fahren. Ähnlich verhalten sich auch die Gleichstrom- und Einphasen-Wechselstrom-Reihenmaschinen, während die Mehrphasen-Maschinen nur mit einer, zwei, drei oder vier bestimmten, durch die Wechsel- und Polzahl, ferner durch den Triebraddurchmesser gegebenen Geschwindigkeiten arbeiten können.

Diese Eigenschaft der Mehrphasen-Maschinen wurde anfangs als ein Nachteil betrachtet, jetzt aber, insbesondere seit die Erfahrungen des zweijährigen Betriebes der Valtellinabahn bekannt sind, erkennen bereits erfahrene Zugförderungs-Ingenieure diese Eigenschaft als einen Vorteil an. Die Hauptbedingung regelmäfsigen Verkehres ist die Einhaltung der Fahrzeit; alle Betriebsarten, bei welchen die von der Steigung, Belastung und Witterung abhängige beziehungsweise beeinflufste Fahrgeschwindigkeit durch die Mannschaften geregelt wird, erfordern sehr gut geschulte Beamte, die durch Übung zu lebendigen Geschwindigkeitsmessern geworden sind. Aber selbst solche im Fahren eingeübte Führer können nur auf ihnen bekannten Strecken mit Sicherheit fahren, ihre Verwendung ist also eine beschränkte.

Der Mehrphasen-Wechselstrom-Betrieb erfordert so weitgehende Schulung und Übung nicht, denn nach Erreichung der der Anlage eigenen Geschwindigkeit wird diese ohne Eingreifen selbsttätig unveränderlich erhalten. Wir haben früher*) den Längenschnitt der Strecke Lecco-Abbadia und die mit einem Versuchswagen aufgenommene Geschwindigkeits- und Zugkraft-Schaulinie mitgeteilt. Man sieht, dafs trotz der sehr wechselnden Gefällsbrüche die Geschwindigkeit-Schaulinie nahezu eine wagerechte gerade Linie ist. Die Anforderungen an die Geschicklichkeit der Fahrer sind also sehr vermindert, da diese sich nur auf richtiges Anfahren und Anhalten zu erstrecken braucht.

*) Organ 1904, Tafel XCV.

Die Berechnung der Fahrzeiten von Personen- und Schnellzügen.

Von **von Borries**, Geheimer Regierungsrat, Professor in Berlin.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XXXVII bis XXXIX.

(Schlufs von Seite 149.)

6. Die Grenzen der Streckenzuschläge.

Für die oberen Grenzen der Zuschlagzahlen kommt einerseits in Betracht, dafs bei zu grofs bemessenen Zuschlägen auf den stärkeren Steigungen unverhältnismäfsig langsam gefahren und zu viel Zeit verloren werden würde, während anderseits bei zu geringen Zuschlägen, namentlich auf Strecken mit ungünstigen Steigungsverhältnissen, die beförderten Zuglasten zu gering ausfallen würden. Nach den bisherigen Erfahrungen empfiehlt es sich, für vollbelastete Züge mit den Zuschlägen nicht über 60 % zu gehen und bei gröfseren Steigungen das Gewicht der leichteren Züge so zu wählen, dafs sich als Zuschlagzahl für die Steigung von 20 ‰ etwa 100 % ergibt. Die Verbindungslinie der beiden durch diese Annahme in den Darstellungen gegebenen Punkte bildet die Grenzlinie der Zuschläge für alle zwischenliegenden Steigungen.

Die Zuschläge von 60 % werden

bei den Grundgeschwindigkeiten von	50	60	70	80	90	100 kg/St.
auf Steigungen von	2,4	3,3	4,4	5,7	7,2	8,6 ‰

erreicht. Über diese Steigungen können also noch vollbelastete Züge gefahren werden. Hat der Bahnabschnitt eine stärkere Steigung von solcher Länge und Lage, dafs sie nicht durch Anlauf überwunden werden kann, so ist diese Steigung im allgemeinen als mafsgebend anzusehen. Für die Zuschläge gilt dann die dieser Steigung entsprechende Linie, von deren Wahl auch die Gröfse der Zugbelastung abhängt.

In Fällen, in denen die nach dem vorstehenden als mafsgebend zu betrachtende Steigung nur vereinzelt, in verhältnismäfsig geringer Länge vorkommt, empfiehlt es sich, mit den Zuschlägen über die obere Grenzlinie, unter Umständen bis gegen 100 % hinauszugehen, um die Züge stärker belasten zu können. Aus diesem Grunde sind alle Linien auf Taf. XXXVII bis XXXIX bis zu der Zuschlaglinie für 100 % verlängert.

Vollbelastete Züge können in Gefällen, leichtere in der Wagerechten und auch in schwächeren Steigungen schneller fahren, als mit der Grundgeschwindigkeit. Man wird aber in Wirklichkeit in der Wagerechten oder in Steigungen nie über die Grundgeschwindigkeit hinausgehen, sondern für diese von vornherein die Geschwindigkeit annehmen, mit der der Zug in der Wagerechten fahren soll. Dagegen kann es sich namentlich bei vollbelasteten Zügen empfehlen, von der Möglichkeit, in Gefällen rascher zu fahren, zur Abkürzung der fahrplanmäfsigen Fahrzeit Gebrauch zu machen. Aus diesem Grunde

sind auch negative Zuschläge und zwar bis zu — 10 % in den Darstellungen vorgesehen, und die Linien für die vollbelasteten Züge bis zu dieser Zuschlaglinie als unterer Grenzlinie herabgeführt. Abzüge von mehr als 10 % sollen nicht gemacht, es soll also auch in stärkeren Gefällen fahrplanmäfsig nicht rascher gefahren werden, als mit der aus dem Abzuge von 10 % folgenden Geschwindigkeit. Mit der Anwendung dieser Geschwindigkeit darf natürlich nur soweit gegangen werden, als nicht 66, 3 der Eisenbahn-Bau und Betriebs-Ordnung ein Hindernis bildet.

Ob die Betriebslängen mit negativen Zuschlägen berechnet werden sollen, hängt im übrigen hauptsächlich von den örtlichen Verhältnissen der Strecke ab, und mufs jeweils besonders erwogen werden.

Ein Hindernis für die Beschleunigung der Züge in Gefällen kann § 54 der Betriebsordnung bilden, wonach die Fahrgeschwindigkeit von der Belastung abhängt. Die Fahrzeit von Zügen, die wegen ihrer Achsenzahl die Grundgeschwindigkeit aufser im Falle von Verspätungen (66, 12 der B. O.) nicht überschreiten dürfen, kann somit nicht nach einer mit negativen Zuschlägen berechneten Betriebslänge bestimmt werden.

Die Linien für die leichteren Züge sind zunächst bis zur Abszissenachse als unterer Grenzlinie gezogen. Der Berechnung der Betriebslängen nach diesen Linien liegt also die Annahme zu Grunde, dafs die Züge in allen links von den Fufspunkten der Linien angegebenen Steigungen mit der vollen Grundgeschwindigkeit fahren. Da indes die Geschwindigkeit bei jedem Übergange von einer geringern auf eine stärkere Steigung abnimmt, selbst wenn die Leistung der Lokomotive nicht voll beansprucht ist, so kann es sich empfehlen, diesem Umstande Rechnung zu tragen. Die Linien der leichteren Züge sind daher auch in eine vom Nullpunkte aus aufsteigende gerade Grenzlinie eingeführt, die für 1 mm Steigung einen Zuschlag von 2 % ergibt. Die nach dieser Linienführung ermittelten Betriebslängen sind natürlich etwas gröfser. Wie zu erfahren ist, ob die Betriebslängen nach den bis zur Abszissenachse gezogenen, oder den in die schräge Grenzlinie eingeführten Linien zu berechnen sind, mufs im Einzelfalle bestimmt werden.

Wo auch die leichteren, in der Wagerechten nicht voll beanspruchten Züge in den Gefällen beschleunigt werden sollen, kann die untere Verlängerung der Linie der vollbelasteten Züge auch für jene Züge verwendet werden.

7. Anwendung zur Berechnung der Betriebslängen.

Die Ergebnisse der bildlichen Darstellungen Abb. 1 und 2 Taf. XXXVII bis XXXIX sind in den Zusammenstellungen V bis X unter A aufgeführt. Die Zahlen geben die Zuschläge in %, die zu den wirklichen Längen zu machen sind, um die Betriebslängen zu erhalten. Die untere treppenförmige Linie entspricht der obern Grenzlinie der Darstellungen, die obere Linie der Abszissenachse. Die bei den leichteren Zügen in Klammern beigefügten Zahlen sind die Zuschläge, die der unter 6) erwähnten schrägen Grenzlinie entsprechen. Über der obern Treppenlinie sind nur eingeklammerte Zahlen angegeben, weil die Zuschläge, die den bis zur Abszissenachse geführten Linien entsprechen, = 0 sind. Negative Zuschläge sind nur in die erste Spalte eingetragen. Sie gelten, wie oben angedeutet, erforderlichen Falles auch für die leichteren Züge.

Die Zuschläge, die nicht durch die Steigungen oder den Krümmungswiderstand bedingt, sondern nach 66 der Betriebsordnung erforderlich werden, sind in den Zusammenstellungen V bis X unter B enthalten.

Unter C der Zusammenstellung V bis X ist endlich das Verhältnis des Gewichtes der leichteren Züge zu dem des vollbelasteten Zuges*) (S. 152) angegeben.

Bei den Berechnungen können die Zuschläge entweder aus den Zusammenstellungen V bis X unter A oder unmittelbar aus den zeichnerischen Darstellungen Abb. 1 und 2, Taf. XXXVII bis XXXIX entnommen werden.

Jeder auf einer Strecke zur Anwendung kommenden Grundgeschwindigkeit entspricht eine andere Betriebslänge, doch können die aus den abgerundeten Geschwindigkeiten berechneten Längen auch für die Grundgeschwindigkeiten, die um 4 km/St. geringer oder um 5 km/St. höher sind, benutzt werden.

Zusammenhängend zu behandeln ist jeder Bahnabschnitt, auf dem sich die Zusammensetzung der Züge nicht erheblich ändert.

Für die Wahl der Zuschlaglinie, oder der ihr entsprechenden Spalte von A der Zusammenstellung V bis X ist die gröfste auf diesem Bahnabschnitte vorkommende Steigung von mehr als 2 bis 3 km Länge mafsgebend. Liegt die Steigung zu erheblichem Teile in Krümmungen von 600 m Halbmesser oder weniger, so ist der Krümmungswiderstand bei der mafsgebenden Steigung mitzuzählen. Ist die dem ganzen Widerstande entsprechende mafsgebende Steigung kleiner, als die von der Linie des vollbelasteten Zuges bei 60 % Zuschlag erreichte Steigung, so gilt diese Linie; ist sie gröfser, so gilt die von dem betreffenden Punkte der Grenzlinie ausgehende, mit der Steigung bezeichnete Zuschlaglinie.

Mufs die Grundgeschwindigkeit auf verschiedenen Hauptabschnitten einer von denselben Zügen durchfahrenen längern Bahnstrecke verschieden angenommen werden, etwa beim Übergange von einer Flachland- in eine Gebirgsstrecke, wo die Züge nicht genügend belastet werden könnten, wenn dieselbe Grundgeschwindigkeit beibehalten würde, so sind Grundgeschwindigkeit und mafsgebende Steigung für jeden Hauptabschnitt besonders festzustellen.

Liegt in einer sonst günstigen, langen Strecke ein kürzeres Stück mit stärkeren Steigungen, so hat man zu untersuchen, ob die Zuschlaglinie, die für die günstigere Strecke nach deren mafsgebender Steigung zu wählen wäre, auch für die stärkere

*) Das Gewicht der vollbelasteten Züge selbst hängt von der Grundgeschwindigkeit ab (S. 151). Wird dasjenige bei 50 km/St. Grundgeschwindigkeit = 100 gesetzt, so beträgt es

bei der Grundgeschwindigkeit von	60	70	80	90	100 km.
	73	56	44	35	29.

Steigung beibehalten werden kann, wenn hier mit den Zuschlägen bis zu 100 % gegangen wird. Dies ist der Fall, wenn die Zuschlaglinie die Senkrechte der stärkern Steigung noch diesseits der Wagerechten für 100 % Zuschlag schneidet. Trifft dies nicht zu, so mufs die stärkere Steigung als mafsgebend angenommen und diejenige Zuschlaglinie benutzt werden, die vom Schnittpunkte der Senkrechten der stärkern Steigung mit der obern Wagerechten ausgeht. Diese Linie entspricht aber einer geringern Zuglast, als nach den Verhältnissen der günstigern Strecke zulässig wäre.

Müssen die Züge stärker belastet werden, so kann man nicht nach der zweiten Zuschlaglinie fahren, vielmehr mufs auf der stärkern Steigung Vorspann gegeben werden, man kann dann wieder die geringere mafsgebende Steigung der günstigern Strecke beibehalten. Die starke Steigung wird in diesem Falle so behandelt, als ob die Lokomotive hier nur die halbe Wagenlast zu befördern hätte, und es wird in diesem leichtern Zuge entsprechende Zuschlaglinie genommen. Da die Lokomotiven mit Tender durchschnittlich etwa 33 % des beförderten Wagenzuges wiegen, so ist dies die Zuschlaglinie, die einer Zugkraft von etwa 65 % der vollen entspricht.

Müssen die Zuschläge wegen beschränkter Grundgeschwindigkeit und gegebener Fahrzeit kleiner angenommen werden, so gilt die Zuschlaglinie, die der stärksten Steigung und dem gröfsten anwendbaren Zuschlage entspricht. Die Zugbelastung fällt dabei entsprechend kleiner aus.

Sind die Lokomotiven so leistungsfähig, dafs sie bei dem schwersten vorkommenden Zuge*) und der gegebenen Grundgeschwindigkeit erst auf einer bestimmten Steigung voll beansprucht werden, so gilt die Zuschlaglinie, die bei dieser Steigung beginnt.

Kommen auf einer Strecke neben schweren Zügen einzelne leichtere vor, die mit derselben Grundgeschwindigkeit gefahren werden sollen, wie jene, auf deren tunlichst rasche Beförderung aber besonderer Wert zu legen ist, etwa Luxuszüge, leichte D-Züge, so empfiehlt es sich, für letztere nicht die für jene Züge berechnete Betriebslänge zu nehmen, sondern eine besondere Länge zu berechnen und dabei die Zuschlaglinie in der vorstehend angegebenen Weise zu ermitteln.

Die Krümmungswiderstände (S. 151) können bei der Berechnung der Zuschläge für Halbmesser über 600 m vernachlässigt werden, wenn die Krümmungen nicht zahlreich sind. Andernfalls genügt es, wenn angenommen wird, der x. Teil des Streckenabschnittes liege in Krümmungen von einem durchschnittlichen Halbmesser. Der Widerstand wird dann mit seinem x. Teile für den ganzen Abschnitt in Rechnung gestellt. Die mafsgebende Steigung mufs indes, wenn sie in Krümmungen nicht etwa ermäfsigt ist, wie schon oben angedeutet, um den vollen Krümmungswiderstand gröfser angenommen werden.

*) Etwa für eine Zugstärke von 44 Achsen, die nach 54 der Betriebsordnung bei Geschwindigkeiten von über 80 km/St. nicht überschritten werden darf.

Ist die zu benutzende Zuschlaglinie, oder die ihr entsprechende Spalte von A der Zusammenstellungen V bis X hiernach ausgewählt, so ermittelt man die Zuschläge, indem man die Länge jedes Streckenteiles mit der betreffenden Zuschlagzahl vervielfältigt. Zu prüfen ist dabei, ob mit Rücksicht auf 66 der Betriebsordnung für scharfe Krümmungen etwa gröfsere, als die dem ganzen Widerstande entsprechenden und für stärkere Gefälle ebenfalls Zuschläge zu machen sind, also ob die Zuschlagzahlen aus B statt aus A der Zusammenstellungen V bis X, oder den zeichnerischen Darstellungen entnommen werden müssen. Die Zuschläge werden von Station zu Station oder Block zu Block zusammen- und der wirklichen Streckenlänge zugezählt. Jede Fahrrichtung wird für sich behandelt.

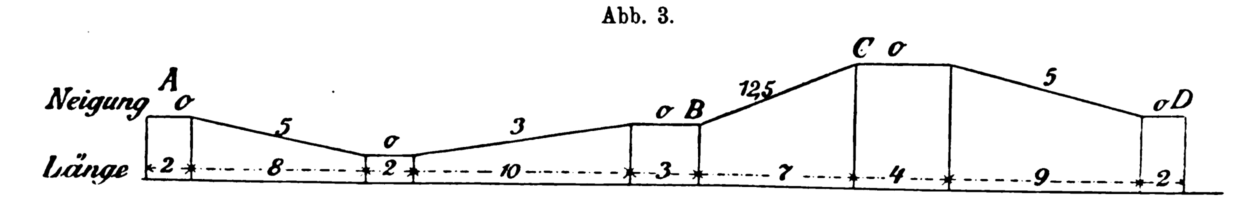
Die Zeitverschiebungen, die durch den Wechsel der Geschwindigkeit beim Übergange von einer Steigung zur andern entstehen, sind im einzelnen nicht erheblich, gleichen sich auf gröfseren Streckenlängen meist aus, brauchen daher nicht berücksichtigt zu werden.

Für das Verlangsamen vor der Einfahrt in scharfe Krümmungen oder Gefälle, die gemäfs 66 der Betriebsordnung langsamer befahren werden müssen, und das Steigern der Geschwindigkeit nach der Ausfahrt sind, wenn die Verminderung der Geschwindigkeit erheblich ist, Zeitzuschläge (Ziffer 9) zu geben. Wechseln aber mit derartigen schärferen Krümmungen oder Gefällen nur kurze gerade oder wenig geneigte Strecken, so ist der Zuschlag aus B der Zusammenstellungen V bis X für den ganzen Streckenteil zu geben, weil es unmöglich ist, die Geschwindigkeit fortwährend zu ändern. Es ist dringend zu empfehlen, die Ermittelung der Betriebslänge, die für jede Strecke und Grundgeschwindigkeit nur einmal zu machen ist, sorgsam auszuführen.

8. a. Flachlandstrecke (Textabb. 3).

Krümmungen über 600 m, Grundgeschwindigkeit 85 km/St., gröfste überhaupt zulässige Geschwindigkeit 100 km/St. Auf der 7 km langen Steigung 12,5 ‰ von B nach C wird regelmäfsig nachgeschoben. Die mafsgebende Steigung ist in der einen Richtung 3 ‰, in der andern 5 ‰. Also gibt die Linie für vollbelastete Züge Abb. 1, Taf. XXXVIII oder die erste senkrechte Spalte der Zusammenstellung VII. Die Berechnung der Zuschläge ergibt hiernach:

Abb. 3.



Zusammenstellung III.

Steigung ‰		Zuschlag-zahl	Wirkliche Länge km	Strecken-Zuschlag km	Strecken-Abzug km
Richtung A—D.					
— 5		— 10	8	—	0,8
+ 3		+ 25	10	2,5	—
+ 12,5	Linie oder Spalte 13 für Vorspann	+ 74	7	5,2	—
— 5		— 10	9	—	0,9
			zusammen	7,7	1,7

Steigung ‰		Zuschlag-zahl	Wirkliche Länge km	Strecken-Zuschlag km	Strecken-Abzug km
Richtung D—A.					
+ 5		+ 49	9	4,4	—
— 12,5	aus B Zusammenstellung VII	+ 6	7	0,4	—
— 3		— 10	10	—	1,0
+ 5		+ 49	8	3,9	—
			zusammen	8,7	1,0

Im ganzen sind für die Richtung A—D 7,7 — 1,7 = 6,0 km, für D—A 8,7 — 1,0 = 7,7 km Zuschläge zu geben, die Betriebslänge der Strecke A—D beträgt also 47 + 6,0 = 53,0 km, die der Strecke D—A 47 + 7,7 = 54,7 km.

8. b. Flachlandstrecke mit Steigungen bis 5‰, an einer Stelle ein Übergang mit 4 und 5 km langen Steigungen von 7‰.

Die Grundgeschwindigkeit der Schnellzüge sei 80 km/St. Die mafsgebende Steigung wird zu 5‰ angenommen. Sie erfordert nach der Linie 5,7 (Abb. 1, Taf. XXXVIII) für vollbelastete Züge einen Zuschlag von rund 50 %. Die Linie schneidet die Steigung von 7‰ bei der Zuschlagzahl 84 %; die Steigungen von 7‰ können also bei Anwendung dieses Zuschlages ohne Verringerung der Zuglast befahren werden.

Die Personenzüge fahren mit 60 km/St. Grundgeschwindigkeit. Die Linie für 5‰ Steigung Abb. 1, Taf. XXXIX endet oben für 100 % Zuschlag aber schon bei rund 6‰ Steigung. Auf der Steigung von 7‰ mufs also entweder Vorspann gegeben werden, oder die bei 7‰ auf 100 % Zuschlag beginnende Linie 6 zu Grunde gelegt werden, wobei die Zuglast von 82 % auf 74 % des vollbelasteten Zuges sinkt. Ist das Gewicht der Züge nicht höher, so ist für die ganze Strecke die mafsgebende Steigung 6‰, für 100 % Zuschlag = 7‰, anzunehmen. Wären die Züge so schwer, dafs Vorspann gegeben werden müfste, so würde die Steigung von 5‰ mafsgebend bleiben und mit dem Vorspanne wie im Beispiele 8 a verfahren werden.

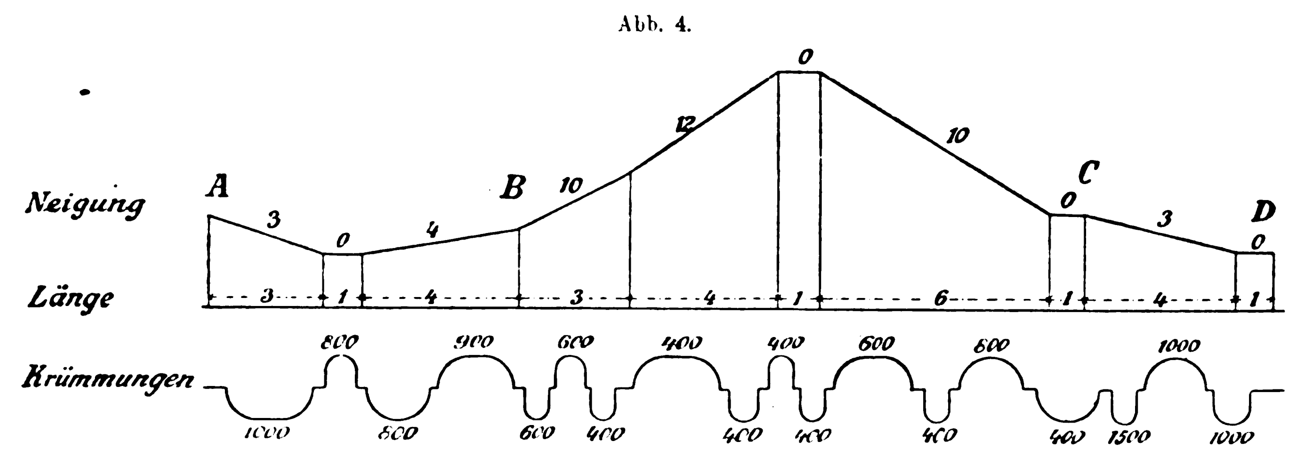
8. c. Gemischte Strecke etwa 600 km lang,

etwa Berlin—Cöln über Hildesheim, zur Hälfte Flachlandbahn mit Steigungen bis 5‰, zur Hälfte Gebirgsbahn mit langen Steigungen von 10‰ und einzelnen kurzen von 11 und 12,5‰. Die durchgehenden Schnellzüge fahren auf der Flachlandstrecke mit 85 km/St. Grundgeschwindigkeit, also gilt die Linie 5,7 Abb. 1, Taf. XXXVIII für vollbelastete Züge. Auf der Gebirgstrecke wird mit 75 km/St. Grundgeschwindigkeit gefahren, also gilt die Linie 10 Abb. 2, Taf. XXXVIII. Die kurzen Steigungen bis 11,2‰ können noch bei 100 % Zuschlag befahren werden, darüber hinaus mufs nachgeschoben werden.

8. d. Gebirgsstrecke.

Grundgeschwindigkeit 80 km/St. Die Krümmungen lasten gemäfs 66,4 der Betriebsordnung auf dem Abschnitte B—C nur 75 km/St. zu; hier müssen also überall mindestens $\frac{80}{75} - 1 = 7\,\%$ Zuschlag gegeben werden. Die gröfste Steigung

Abb. 4.



in der Richtung A—D ist 12‰; sie liegt zu $^2/_3$ in Krümmungen von 400 m, wofür 1,9‰ Steigung zuzurechnen sind. Somit ist die mafsgebende Steigung 13,9‰, die Zuschlaglinie 13,9 Abb. 1. Taf. XXXVIII gilt. Sie beginnt unten bei der Steigung 4,6‰. Der Zuschlag ist, weil $^2/_3$ der Strecke in Krümmungen liegen, nach einer Durchschnittssteigung von $12 + {}^2/_3 \cdot 1{,}9 = 13{,}3$‰ zu bemessen. Die Steigung von 10‰ liegt etwa zur Hälfte in Krümmungen von 600 m, ist also für $10 + {}^1/_2 \cdot 1{,}2 = 10{,}6$‰ zu rechnen. Ebenso ist für die Richtung D—A gröfste Steigung 10‰, Krümmung 600 m, weil die eine kurze Krümmung von 400 m nicht in Betracht kommt. Mafsgebende Steigung also $10 + {}^1/_2 = 11{,}2$‰, durchschnittliche $10 + {}^1/_2 \cdot 1{,}2 = 10{,}6$‰. Die Grundgeschwindigkeit soll in den Gefällen nicht überschritten werden.

Hiernach ergibt sich:

Zusammenstellung IV.

Steigung ‰	Zuschlagzahl %	Länge km	Zuschlag km
	Richtung A—D.		
+ 4	Abb. 1, Taf. XXXVIII, Linie 13—14 0	4	—
+ 10 (10,6)	„ „ „ „ „ „ 45	3	1,35
+ 12 (13,3)	„ „ „ „ „ „ 74	4	2,96
0	„ „ „ „ „ „ 7	1	0,07
— 10	„ „ „ „ „ „ 7	6	0,42
0	„ „ „ „ „ „ 7	1	0,07
		zusammen	4,87

Steigung ‰	Zuschlagzahl %	Länge km	Zuschlag km
	Richtung D—A.		
+ 3	Abb. 1, Taf. XXXVIII, Linie 11,2 0	4	—
0	„ „ „ „ „ „ 7	1	0,07
+ 10 (10,6)	„ „ „ „ „ „ 67	6	4,02
0	„ „ „ „ „ „ 7	1	0,07
— 12	„ „ „ „ „ „ 7	4	0,28
— 10	„ „ „ „ „ „ 7	3	0,21
+ 3	„ „ „ „ „ „ 0	3	—
		zusammen	4,65

9. Zeitzuschläge.

Bei der Festsetzung der Fahrzeiten ist aufser der aus den Betriebslängen und der Grundgeschwindigkeit zu berechnenden Fahrtdauer auch der Zeitverlust beim Anhalten und Anfahren zu berücksichtigen.

Für Grundgeschwindigkeiten von km 50—65 68—79 80 und mehr sind erforderlich

Minuten 2 2,5 3,

wovon 0,5 Minuten auf das Anhalten entfallen.

Wo langsam einzufahren ist, sind weitere, von den örtlichen Verhältnissen abhängige Zuschläge zu geben. Insbesondere ist dies bei Kopfbahnhöfen zu beachten. Für das Durchfahren einfacher, in gerader Linie oder schwacher Krümmung liegender Stationen ist kein Zuschlag notwendig, wohl aber für gröfsere wenig übersichtliche Bahnhöfe oder solche Stationen, wo Weichen in ablenkender Stellung befahren werden.

Bei Verminderung der Geschwindigkeit von V auf V_1 km/St. kann für Verlangsamen und Wiederanfahren ein Zeitverlust von $\frac{(V-V_1)^2}{3000}$ Minuten gerechnet werden. Dazu kommt der Zeitverlust auf der langsamer durchfahrenen Weglänge l, der $l \cdot \left(\frac{60}{V_1} - \frac{60}{V}\right)$ Minuten beträgt. Der Einfachheit wegen kann kann man hiernach bei Weglängen bis 1000 m für Geschwindigkeitsverminderungen um

	km 20 bis 25	30 bis 35	40 bis 45	50 bis 55
Zeitverluste von Minuten	0,5	1	1,5	2

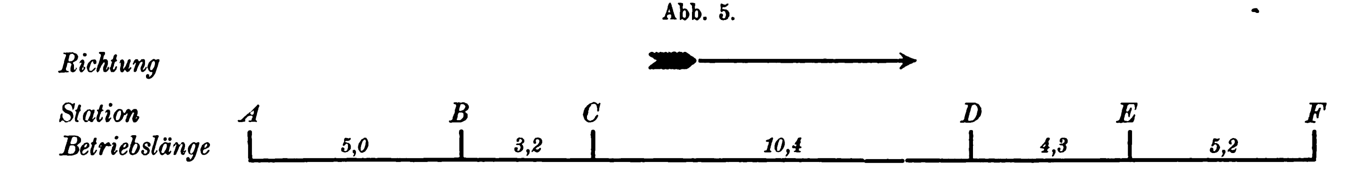
rechnen.

Unzweckmäfsig ist es, diese Zeitzuschläge oder die Dauer des Aufenthaltes auf den Stationen zu kürzen, um an Zeit zu gewinnen. Der Erfolg ist nur, dafs mit gröfserer, vielleicht nicht einmal zulässiger Geschwindigkeit gefahren werden mufs, und dafs aus den geringsten Anlässen Verspätungen entstehen.

10. Bildliche Darstellung der Betriebslängen.

Für die Ermittelung der Fahrzeiten sind bildliche Darstellungen der Betriebslängen im Mafsstabe von 5 mm für 1 km Länge zu empfehlen. Die Fahrzeiten werden von diesen Darstellungen mit Mafsstäben abgemessen, bei denen die Länge einer Stunde in Zentimetern gleich der Hälfte der Grundgeschwindigkeit in km ist. Diese Stundenlänge ist in 60 Minuten eingeteilt. Der Mafsstab wird in der durch den Pfeil angegebenen Fahrrichtung an die Fahrlänge angelegt und die Fahrzeit zwischen zwei Stationen abgemessen. Legt man den Mafsstab mit der richtigen Minute an die erste Station und verschiebt ihn der Fahrrichtung entgegen um den Zeitzuschlag für das Anfahren, so kann man die richtigen Minutenzahlen bis zur nächsten Haltestation für jede zwischenliegende Stelle unmittelbar ablesen. Für eine Haltestation ergibt sich die Zeit der Ankunft durch Verschieben des Mafsstabes um den für das Verlangsamen beim Anhalten erforderlichen Zeitzuschlag, die Zeit der Abfahrt durch weiteres Verschieben um die Dauer des Aufenthaltes und den Zeitzuschlag für das abermalige Anfahren. Mufs an einer Stelle langsam gefahren werden, so ist der Mafsstab ebenfalls um den erforderlichen Fahrlänge eingetragen. Die Berücksichtigung dieser Zuschläge in den Fahrlängen selber empfiehlt sich nicht, weil diese nur für eine Grundgeschwindigkeit passen, und die dafür mafsgebenden Bestimmungen gelegentlich verändert zu werden pflegen.

Abb. 5.



Die Fahrlängen werden zweckmäfsig auf starkes weifses Zeichenpapier aufgetragen. Aus demselben Papiere werden auch die Mafsstäbe hergestellt. Der Gebrauch ist weit einfacher, als es nach der Beschreibung der Fall zu sein scheint, und hat den Vorteil, dafs die beim Zusammenzählen der Einzelfahrzeiten möglichen Fehler vermieden werden.

Zusammenstellung V.

Grundgeschwindigkeit = 100 km/St. Gültig für 96—100 km. Hierzu Abb. 1, Taf. XXXVII.

A. Streckenzuschläge für Steigungen in %.

Einzel-steigung ‰	Mafsgebende Steigung ‰											
	8,6	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
—2,8	—10											
—2	—7											
—1	—4											
0	0											
1	4	2 (3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
2	9	6	4 (5)	2 (4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)
3	15	11	9	6 (7)	4 (6)	2 (6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
4	21	17	14	11	8 (9)	6 (8)	4 (3)	3 (8)	1 (8)	(8)	(8)	(9)
5	28	23	20	17	14	11 (12)	9 (11)	7 (10)	5 (10)	3 (10)	2 (10)	(10)
6	36	30	26	23	20	16	14	12 (13)	9 (12)	7 (12)	6 (12)	4 (12)
7	44	38	33	29	26	22	19	17	14 (15)	12 (14)	10 (14)	8 (14)
8	53	46	41	36	32	28	25	23	19	17 (18)	14 (16)	12 (16)
9	64	55	49	44	39	35	32	29	25	22	19	17 (19)
10	75	65	58	53	47	42	39	35	31	28	25	22
11	86	75	68	62	56	50	46	42	38	34	31	28
12	99	87	79	72	65	59	54	49	45	41	37	34
13	.	100	91	82	75	68	63	57	53	48	44	41
14	.	.	.	94	86	78	72	66	61	56	52	48
15	.	.	.	.	97	89	82	76	70	64	60	55
16	.	.	.	.	.	.	93	86	79	73	68	63
17	.	.	.	.	.	.	.	97	89	82	77	71
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	93	86	80
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	96	90
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100

B. Streckenzuschläge für Gefälle und Krümmungen nach § 66 der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Ordnung.

Gefälle . . . . ‰ Krümmungshalbmesser . . m	6,25 900	7,5 800	— 700	10,0 600	12,5 500	15,0 400	17,5 —	20,0 300	22,5 250	25,0 —	— 200	— 180
Zuschlag . . . . %	0	5	11	18	25	33	43	54	67	82	100	122

Für Zwischen-Gefälle und -Krümmungen ergeben sich die Zuschläge durch Zwischenschaltung.

C. Zuggewicht in % des vollbelasteten Zuges.

Mafsgebende Steigung . . ‰	8,6	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zuggewicht . . . . . . %	100	95	91	87	84	80	78	76	74	71	69	67

Zusammenstellung VI.

Grundgeschwindigkeit = 90 km/St. Gültig für 86 bis 95 km. Hierzu Abb. 2, Taf. XXXVII.

A. Streckenzuschläge für Steigungen in %.

Einzelsteigung ‰	Mafsgebende Steigung ‰													
	7,2	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
—2,2	—10													
—2	—9													
—1	—5													
0	0													
1	6	3	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
2	12	9	6	2 (5)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)
3	19	15	12	8	5 (7)	2 (6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
4	27	23	18	14	11	7 (9)	5 (8)	2 (8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
5	36	31	26	21	17	13	10 (11)	7 (10)	4 (10)	2 (10)	(10)	(10)	(10)	(10)
6	46	40	34	29	24	20	16	13 (14)	9 (12)	7 (12)	4 (12)	2 (12)	(12)	(12)
7	58	51	43	37	32	27	23	19	15 (16)	12 (14)	9 (14)	7 (14)	4 (14)	2 (14)
8	72	63	54	46	40	34	30	25	21	18	14 (16)	12 (16)	9 (16)	6 (16)
9	88	77	66	57	49	43	37	32	28	24	20	17 (19)	14 (18)	11 (18)
10	.	93	80	69	60	53	46	40	35	31	27	23	19 (21)	16 (20)
11	.	.	95	83	72	63	55	49	43	38	34	29	25	22 (23)
12	.	.	.	98	86	75	66	58	52	46	41	36	32	28
13	.	.	.	.	.	88	78	69	62	55	49	44	39	35
14	.	.	.	.	.	.	91	82	73	65	58	53	47	42
15	.	.	.	.	.	.	.	95	84	76	68	62	55	49
16	.	.	.	.	.	.	.	.	97	88	79	71	64	58
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100	91	82	74	67
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	94	85	77
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	97	88
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100

B. Streckenzuschläge für Gefälle und Krümmungen nach § 66 der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Ordnung.

Gefälle	‰	7,5	—	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	—	—
Krümmungshalbmesser	m	800	700	600	500	400	—	300	250	—	200	180
Zuschlag % für	90 km/St.	0	0	6	13	20	29	38	50	64	80	100
	95 km/St.	0	6	12	19	27	36	46	58	73	90	111

Für Zwischen-Gefälle und -Krümmungen ergeben sich die Zuschläge durch Zwischenschaltung.

C. Zuggewicht in % des vollbelasteten Zuges.

Mafsgebende Steigung ‰	7,2	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zuggewicht %	100	95	90	85	81	77	74	71	68	65	63	61	59	57



Zusammenstellung VII.

Grundgeschwindigkeit = 80 km/St. Gültig für 76 bis 85 km. Hierzu Abb. 1, Taf. XXXVIII.

A. Streckenzuschläge für Steigungen in %.

Einzelsteigung ‰	Mafsgebende Steigung ‰ 5,7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
—1,7	10														
—1	—6														
0	0														
1	8	2 (3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
2	16	9	5 (6)	1 (4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)
3	25	18	12	7 (8)	3 (6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
4	36	27	21	15	10 (11)	6 (8)	3 (8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
5	49	37	30	23	18	13 (14)	9 (11)	5 (10)	2 (10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)
6	65	49	41	32	27	20	16	11 (13)	8 (12)	4 (12)	2 (12)	(12)	(12)	(12)	(12)
7	84	63	53	43	36	29	23	19	14 (15)	10 (14)	7 (14)	4 (14)	1 (14)	(14)	(14)
8	.	80	67	55	46	38	32	27	22	17 (18)	13 (16)	9 (16)	6 (16)	4 (16)	1 (16)
9	.	.	83	69	58	49	42	35	30	24	20 (21)	16 (18)	12 (18)	9 (18)	6 (18)
10	.	.	.	85	72	61	52	45	39	33	28	23	18 (21)	14 (20)	11 (20)
11	.	.	.	.	88	75	64	55	48	42	36	30	25	21 (23)	17 (22)
12	.	.	.	.	.	90	78	67	58	51	44	38	33	28	23 (25)
13	.	.	.	.	.	.	93	80	70	62	54	47	41	35	30
14	.	.	.	.	.	.	.	96	83	73	64	56	50	44	38
15	.	.	.	.	.	.	.	.	98	86	76	67	60	53	46
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	89	79	70	62	55
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	92	82	73	65
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	94	85	75
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	97	87
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100

B. Streckenzuschläge für Gefälle und Krümmungen nach § 66 der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Ordnung.

Gefälle	‰	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	—	—
Krümmungshalbmesser . . .	m	600	500	400	—	300	250	—	200	180
Zuschlag % für . . .	80 km/St.	0	0	7	14	23	33	45	60	78
	85 km/St.	0	6	13	21	31	42	55	70	89

Für Zwischen-Gefälle und -Krümmungen ergeben sich die Zuschläge durch Zwischenschaltung.

C. Zuggewicht in % des vollbelasteten Zuges.

Mafsgebende Steigung . . ‰	5,7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zuggewicht . . . . . %	100	90	85	80	75	71	67	64	61	58	56	54	52	50	48

Zusammenstellung VIII.

Grundgeschwindigkeit = 70 km/St. Gültig für 66 bis 75 km. Hierzu Abb. 2, Taf. XXXVIII.

A. Streckenzuschläge für Steigungen in %.

Einzel-steigung ‰	Mafsgebende Steigung ‰															
	4,4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
—1,3	—10																
—1	—8																
0	0																
1	10	6	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
2	21	17	9	3 (5)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)
3	34	29	20	12	6 (8)	1 (6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
4	51	44	32	23	15	9 (11)	3 (8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
5	73	62	47	35	26	18	12 (13)	6 (10)	1 (10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)
6	.	85	64	50	38	29	21	15 (16)	9 (12)	4 (12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)
7	.	.	87	67	52	41	32	24	17 (18)	12 (15)	7 (14)	3 (14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)
8	.	.	.	88	69	55	44	35	27	20	15 (17)	10 (16)	6 (16)	2 (16)	(16)	(16)	(16)
9	.	.	.	.	90	72	57	47	38	30	23	18 (19)	13 (18)	8 (18)	5 (18)	1 (18)	(18)
10	.	.	.	.	.	93	74	61	50	41	33	26	20 (22)	15 (20)	11 (20)	7 (20)	4 (20)
11	.	.	.	.	.	.	95	77	63	53	44	36	29	23 (24)	18 (22)	13 (22)	9 (22)
12	.	.	.	.	.	.	.	96	79	66	56	47	38	32	26 (27)	20 (24)	16 (24)
13	.	.	.	.	.	.	.	.	98	82	69	58	49	41	35	28 (29)	23 (27)
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	85	71	61	52	44	37	31 (32)
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	87	74	64	55	47	40
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	90	77	67	57	49
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	92	80	69	60
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	95	83	72
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	98	85
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100

B. Streckenzuschläge für Gefälle und Krümmungen nach § 66 der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Ordnung.

		15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	—	—
Gefälle . . . . ‰								
Krümmungshalbmesser . . . m		400	—	300	250	—	200	180
Zuschlag % für . . .	70 km/St.	0	0	8	17	27	40	56
	75 km/St.	0	7	15	25	36	50	67

Für Zwischen-Gefälle und -Krümmungen ergeben sich die Zuschläge durch Zwischenschaltung.

C. Zuggewicht in % des vollbelasteten Zuges.

Mafsgebende Steigung . . ‰	4,4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zuggewicht . . . . . . %	100	94	86	79	73	68	64	60	56	54	51	49	47	45	43	41	40

Zusammenstellung IX.

Grundgeschwindigkeit = 60 km/St. Gültig für 56 bis 65 km. Hierzu Abb. 1, Taf. XXXIX.

A. Streckenzuschläge für Steigungen in %.

Einzel-steigung ‰	Mafsgebende Steigung ‰																	
	3,3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
—1	—10																	
0	0																	
1	13	7	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
2	30	21	10	2 (5)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)
3	52	39	25	14	5 (8)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
4	83	62	42	28	17	9 (11)	2 (8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
5	.	96	64	45	31	21	12 (13)	4 (10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)
6	.	.	97	67	48	34	24	15 (16)	8 (12)	1 (12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)
7	.	.	.	98	69	51	37	27	18 (19)	11 (15)	4 (14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)
8	.	.	.	.	100	72	54	41	30	21	14 (17)	8 (16)	2 (16)	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)
9	.	.	.	.	.	100	74	57	43	32	24	17 (19)	11 (18)	5 (18)	1 (18)	(18)	(18)	(18)
10	.	.	.	.	.	.	.	76	59	45	35	27	20 (22)	13 (20)	8 (20)	3 (20)	(20)	(20)
11	.	.	.	.	.	.	.	.	78	61	48	39	30	23 (24)	16 (22)	11 (22)	6 (22)	2 (22)
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	81	64	52	41	33	25 (26)	19 (24)	14 (24)	9 (24)
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	83	67	54	44	36	28 (29)	22 (26)	16 (26)
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	86	70	57	47	38	31 (32)	24 (29)
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	88	73	60	50	41	33 (34)
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	91	75	63	53	43
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	93	77	66	55
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	95	80	68
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	98	83
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100

B. Streckenzuschläge für Gefälle und Krümmungen nach § 66 der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Ordnung.

Gefälle . . . . ‰		20,0	22,5	25,0	—	—
Krümmungshalbmesser . . . m		300	250	—	200	180
Zuschlag % für . . .	60 km/St.	0	0	9	20	33
	65 km/St.	0	8	18	30	44

Für Zwischen-Gefälle und -Krümmungen ergeben sich die Zuschläge durch Zwischenschaltung.

C. Zuggewicht in % des vollbelasteten Zuges.

Mafsgebende Steigung . ‰	3,3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zuggewicht . . . . . %	100	92	82	74	67	63	58	53	50	47	45	42	40	38	36	35	34	32



Zusammenstellung X.

Grundgeschwindigkeit = 50 km/St. Gültig für 50 bis 55 km. Hierzu Abb. 2, Taf. XXXIX.

A. Streckenzuschläge für Steigungen in %.

Einzel-steigung ‰	Mafsgebende Steigung ‰																		
	2,4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
—0,7	—10																		
0	0																		
1	20	10	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
2	46	31	15	1 (6)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)
3	96	61	36	18	5 (9)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
4	.	.	64	38	21	8 (11)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
5	.	.	.	66	42	24	12 (14)	2 (10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)
6	.	.	.	.	68	44	28	15 (17)	5 (13)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)
7	.	.	.	.	.	71	47	30	18 (19)	8 (15)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)
8	.	.	.	.	.	.	73	50	33	21 (22)	11 (17)	3 (16)	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)
9	.	.	.	.	.	.	.	75	52	36	24	14 (19)	6 (18)	(18)	(18)	(18)	(18)	(18)	(18)
10	.	.	.	.	.	.	.	.	77	55	39	26	17 (21)	9 (20)	3 (20)	(20)	(20)	(20)	(20)
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	80	57	40	28 (29)	20 (24)	12 (22)	6 (22)	(22)	(22)	(22)
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	82	59	43	32	23 (26)	15 (24)	8 (24)	3 (24)	(24)
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	84	62	47	35	25 (28)	17 (26)	11 (26)	5 (26)
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	86	65	49	37	28 (30)	20 (28)	13 (28)
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	89	67	52	40	31 (33)	22 (30)
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	91	70	55	43	33 (35)
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	93	73	58	46
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	96	75	60
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	98	77
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100

B. Streckenzuschläge für Gefälle und Krümmungen nach § 66 der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Ordnung.

Gefälle	‰	25,0	—	—
Krümmungshalbmesser . . .	m	—	200	180
Zuschlag % für . . .	50 km/St.	0	0	11
	55 km/St.	0	10	22

Für Zwischen-Gefälle und -Krümmungen ergeben sich die Zuschläge durch Zwischenschaltung.

C. Zuggewicht in % des vollbelasteten Zuges.

Mafsgebende Steigung . . . ‰	2,4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zuggewicht . . . . %	100	90	79	69	62	56	51	47	44	41	38	36	34	33	31	30	28	27	26

Schlufsbemerkung über die Entstehung vorstehender Berechnung.

Bei der Berechnung der Fahrzeiten aus den Grundgeschwindigkeiten namentlich bei der Bemessung der Zuschläge für die Steigungen wurde bisher von den einzelnen Eisenbahn-Verwaltungen in verschiedener Weise verfahren, sodafs die Leistungen trotz gleicher Grundgeschwindigkeiten verschieden blieben. Um die hieraus folgenden Ungleichmäfsigkeiten zu beseitigen, wurde bei einer im Jahre 1899 im Reichs-Eisenbahnamte abgehaltenen Beratung von Vertretern der beteiligten deutschen Regierungen beschlossen, ein einheitliches Verfahren für diese Berechnungen auszuarbeiten. Mit dieser Arbeit wurde ein Unterausschufs beauftragt, welcher unter Vorsitz des Herrn Geheimen Ober-Baurates von Misani aus den Herren Geheimen Bauräten Wagner und Lochner, den Ober-Bauräten Reuter, Pagenstecher, Goepel, Haassengier, dem Ministerialrate Freiherrn von Schacky, dem dermaligen Ober-Regierungsrate Weifs, dem Betriebs-Inspektor Näher, dem Finanzrate Buschmann und dem Verfasser bestand.

Der Unterausschufs fafste Beschlüsse zunächst über die bei der Berechnung anzuwendende Widerstandsformel, die zu Grunde zu legende Leistungsfähigkeit der Lokomotiven, den Begriff der Grundgeschwindigkeit und das zu Grunde zu legende Verfahren, als welches das vom Verfasser im Organ 1887, S. 150 und 1893, S. 85 veröffentlichte angenommen wurde. Auf diesen Grundlagen wurde die im vorstehenden mitgeteilte Berechnung bearbeitet und im Mai 1903 zum Abschlusse gebracht. Sie ist dann den beteiligten Regierungen überreicht und bei den Fahrplänen einer Anzahl von Schnellzügen versuchsweise benutzt worden. Nachdem sie sich hierbei als geeignet gezeigt hat, ist sie vor kurzem allgemein als geeignete Grundlage für die Berechnung der Fahrzeiten anerkannt worden.

Wandern der Schwellen.

Von **J. Hansen,** Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 15 auf Tafel XLII.

In älteren Gleisstrecken findet sich vielfach eine aufserordentlich unregelmäfsige Schwellenlage. Man belegt diese für die Gleisunterhaltung oft recht lästige Erscheinung mit dem Namen: Wandern der Schwellen. Beispiele dafür zeigen die Abb. 1 bis 4, Taf. XLII, welche nach örtlicher Aufnahme einige Schienenlängen aus einer seit 18 Jahren liegenden, zweigleisigen Strecke darstellen. Die ausgezogenen Linien geben die jetzt vorhandene, die gestrichelten die ursprüngliche Schwellenlage an. Alle Gleisstrecken sind so aufgetragen, dafs die Fahrtrichtung von links nach rechts geht.

Wichtig ist nun die Frage nach der Ursache der Unregelmäfsigkeit.

Meist wird die Schienenwanderung als treibende Kraft angesehen. Auf Grund ausgedehnter Beobachtungen kann Verfasser dieser Ansicht jedoch nicht beistimmen. Wäre die Schienenwanderung alleinige oder auch nur hauptsächliche Ursache, so müfsten die Schwellen alle gleichmäfsig, oder wenigstens annähernd gleichmäfsig, in demselben Sinne wandern, wie die Schienen. Vergleicht man jedoch die in den Abb. 1 bis 4, Taf. XLII dargestellten Schwellenlagen mit den ursprünglichen, so ergibt sich, dafs dies keineswegs der Fall ist. Der Abstand der Schwellen untereinander bleibt nicht unverändert, sondern es treten zahlreiche, zum Teil erhebliche Verschiebungen ein. Ebenso wie die Schienen zeigen auch die Schwellen vielfach Neigung zum einseitigen Voreilen. Aber dieses Voreilen ist innerhalb einer Schienenlänge nicht bei allen Schwellen gleich stark; in einzelnen Fällen ist es schwächer als das Voreilen der Schienen, in anderen stärker. Nicht selten erfolgt das Voreilen sogar in umgekehrtem Sinne wie bei der Schiene. Folglich kann die Schienenwanderung nicht die Hauptursache der Schwellenwanderung sein.

Augenscheinlich ändern Schienen und Schwellen im Laufe der Zeit ihre gegenseitige Lage. Das ist nur möglich, wenn im allgemeinen die Verbindung zwischen Schwellen und Schienen nicht fest genug ist, um eine Verschiebung dieser Teile gegeneinander zu verhindern. Schafft man aber die fehlende feste Verbindung, etwa durch die Dorpmüller'schen Klemmen, so wird der Schienenwanderung Einhalt geboten, während die Schwellen ihre Lage behalten. Hieraus folgt, dafs die in der Bettung liegenden Schwellen der seitlichen Verschiebung in der Richtung des Gleises einen Widerstand leisten, welcher gröfser ist, als die Kraft, mit der die Schienen wandern; andernfalls würden die genannten Klemmen ihren Zweck nicht erfüllen können.

Wenn nun trotz des grofsen Widerstandes gegen Verschiebung die Schwellen doch nach Art der Abb. 1 bis 4, Taf. XLII wandern, so müssen noch andere grofse Kräfte wirksam sein.

Welches sind diese Kräfte?

Man mufs zwischen den Stofsschwellen und den Mittelschwellen unterscheiden.

Die Wanderung der Stofsschwellen hängt unzweifelhaft eng mit dem Wandern der Schienen zusammen. Mutmafslich ist die Wanderung der vorwärtsliegenden Stofsschwelle Hauptursache, — nicht Wirkung — der Schienenwanderung. Wenn geklinkte Laschen oder sonstige Vorrichtungen vorhanden sind, welche die Stofsschwellen fest miteinander verbinden, so wandern beide Stofsschwellen in gleichem Sinne wie die Schienen, also etwa nach Art der Abb. 6, Taf. XLII. Sind die Laschen nicht mit derartigen Vorrichtungen versehen, so wandert nur die eine Stofsschwelle, und zwar die in der Richtung der Schienenwanderung liegende, während die andere ihre ursprüngliche Lage beibehält. Hierdurch vergröfsert sich allmälig der Abstand der beiden Stofsschwellen, wie in Abb. 7, Taf. XLII angedeutet.

Anders liegt die Sache bezüglich der Mittelschwellen. Nach den Beobachtungen des Verfassers ist das Wandern der Mittelschwellen hauptsächlich eine Folge mangelhafter Herstellung und Unterhaltung des Gleises, namentlich häufig eine Folge verkehrten oder ungeschickten Stopfens.

Erfahrungsgemäfs erfolgt das Stopfen sehr häufig nicht vorschriftsmäfsig nach Abb. 5, Taf. XLII, sondern aus Bequemlichkeit oder Unkenntnis einseitig nach Abb. 8 und 11, Taf. XLII. Durch dies einseitige Stopfen erleiden aber die Schwellen jedesmal eine Verschiebung in der Richtung des Stopfens. Man kann diese Verschiebung am Gleise messen, indem man vor Beginn des Stopfens an der Seite der Klemmplatten oder an den Köpfen der Schwellenschrauben Bleistriche auf der Ober-

fläche des Schienenfufses macht. (Abb. 9 und 10, Taf. XLII). Wenn diese Bleistriche während des Stopfens ihre Lage verändern, so gibt das Mafs der Verschiebung die Schwellenwanderung an, vorausgesetzt, dafs nicht auch die Schiene wandert.

Die Gröfse der durch einmaliges, einseitiges Stopfen erzeugten Verschiebung ist aufserordentlich verschieden. Manche Schwellen wandern garnicht, andere bis zu 15 mm. Meist hält sich die Verschiebung innerhalb der Grenzen von 6 bis 10 mm.*)

Die durch einseitiges Stopfen erzeugten Verschiebungen sind nach Ansicht des Verfassers als Hauptursache für das Wandern der Mittelschwellen anzusehen. Erfolgt beispielsweise das Stopfen des Gleises nach Abb. 8, Taf. XLII, so verschieben sich die Schwellen alle mit Ausnahme der Stofsschwellen in der Längsrichtung des Gleises. Ein einmaliges Stopfen wird noch keine augenfälligen Verschiebungen bewirken. Wird jedoch dasselbe Gleis mehrere Male nacheinander in derselben Richtung gestopft, so nehmen die Schwellen allmälig eine Lage an, wie die Abb. 8 und 11, Taf. XLII durch die ausgezogenen Linien angeben. Abb. 8, Taf. XLII zeigt das Bild, welches entsteht, wenn geklinkte Laschen angewendet werden, während Abb. 11, Taf. XLII für ungeklinkte Laschen gilt. Augenscheinlich entsprechen diese Abbildungen hinsichtlich der Lage der Schwellen zur Schiene genau den Abb. 6 und 7, Taf. XLII, obwohl die treibende Ursache in beiden Fällen eine ganz verschiedene ist.

Die Abb. 8 und 11, Taf. XLII bringen diejenigen Schwellenlagen zur Anschauung, die entstehen können, wenn alle Schwellen einer und derselben Schienenlänge beim jedesmaligen Durcharbeiten stets in der gleichen Richtung gestopft werden. Vielfach wechselt aber die Stopfrichtung innerhalb der einzelnen Schienenlänge (Abb. 12, Taf. XLII) und dann ändern sich auch die Schwellenabstände unter einander. Auch hier wird einmaliges Stopfen noch keine augenfälligen Veränderungen erzeugen, wohl aber können deutliche Wirkungen nach wiederholtem Stopfen eintreten. Auf diese Art ändern sich allmälig die meisten Schwellenabstände und diese Änderungen wachsen mit der Liegedauer des Gleises, bis schliefslich aus der ursprünglichen Schwellenlage die in Abb. 13, Taf. XLII dargestellte entsteht. Erfolgen dagegen die verschiedenen Stopfungen in entgegengesetzter Richtung, so können sich die Wirkungen vollständig aufheben und die Schwellen behalten ihre ursprüngliche Lage zu der Schiene.

Wiederholt hat Verfasser beobachtet, dafs das Stopfen auch nach Abb. 14, Taf. XLII geschieht. Notwendige Folge eines solchen Stopfens ist einseitiges Voreilen der Schwellen. Auch diese Verschiebungen können sich bei wechselnder Stopfrichtung im Laufe der Zeit vergröfsern oder ganz bezw. teilweise aufheben.

Endlich können die in Abb. 12 und 14, Taf. XLII angedeuteten Verschiebungen teils unabhängig von einander, teils gleichzeitig, teils in gleichem Sinne, teils in umgekehrter Richtung stattfinden; dann bilden sich Schwellenlagen nach Abb. 15, Taf. XLII, welche grundsätzlich den in Abb. 1 bis 4, Taf. XLII dargestellten genau entsprechen.

Sobald die Schwelle eine schräge Lage annimmt, wird die Spur enger, die Befestigungsmittel klemmen sich fest an den Schienenfufs und es entsteht eine starke Reibung zwischen Schwelle und Schiene. Leistet die betreffende Schwelle der seitlichen Verschiebung keinen grofsen Widerstand, so ist es nicht ausgeschlossen, dafs infolge dieser Reibung die Schwelle von der wandernden Schiene mitgenommen wird. Auch ohnedies kann ein Mitwandern der Schwellen dann eintreten, wenn die Schrauben sehr fest angezogen sind. Verfasser ist der Ansicht, dafs diese Ursache der Schwellenwanderung zwar tatsächlich vorkommt, aber selten ist.*)

Dagegen kommt es häufig vor, dafs die Schwellen schon beim Neuverlegen eines Gleises keine ordnungsmäfsige Lage erhalten. Man kann oft bemerken, dafs selbst sehr tüchtige Bahnmeister und Rottenführer hierauf nicht genügend achten. Auch beim gründlichen Durcharbeiten des Gleises wird vielfach nicht auf die richtige Schwellenlage Rücksicht genommen. Werden aber diese Unregelmäfsigkeiten vom Aufsichtsbeamten nicht sofort während der Arbeit bemerkt, so begegnet ihm regelmäfsig der Einwand, dafs die Schwellen gewandert seien. Auf Grund seiner Beobachtungen vertritt Verfasser die Ansicht, dafs gerade die mangelhafte Herstellung des Gleises eine häufige und wichtige Ursache der schlechten Schwellenlage ist.

Wenn die vorstehenden Ausführungen über das Wandern der Schwellen richtig sind, so ergeben sich folgende Heilmittel gegen das Übel:

1. Wird ein neues Gleis vorgestreckt oder ein Gleis umgebaut, so mufs streng auf genau richtige Schwellenlage gehalten werden.

2. Es mufs für ein vorschriftsmäfsiges Stopfen nach Abb. 5, Taf. XLII gesorgt werden.

3. Bahnmeister und Rottenführer müssen angewiesen werden, etwa trotzdem eintretende Unregelmäfsigkeiten der Schwellenlage jedesmal während des Durcharbeitens nach Möglichkeit zu beseitigen. Vor allen Dingen mufs während des vollständigen Durcharbeitens des Gleises eine genau richtige Schwellenlage hergestellt werden, aber auch während des flüchtigen Durcharbeitens (Heben der Stöfse) wird man gröfsere Verschiebungen ausgleichen. Zur Erleichterung der Arbeit ist es zweckmäfsig, stets eine Lehre aus Holz auf die Schwellen zu legen, auf welcher der richtige Schwellenabstand angegeben ist. Dann weifs sofort jeder Rottenführer, wie er zu arbeiten hat.

Auch dann, wenn das Wandern der Schwellen in stärkerem Mafse von der Schienenwanderung abhängig sein sollte, als oben angenommen, oder wenn sonstige bis jetzt unbekannte Kräfte zur Schwellenwanderung beitragen sollten, würde sich doch auf dem angedeuteten Wege dauernd eine gute Schwellenlage erhalten lassen. Unerläfslich ist aber eine fortwährende scharfe Überwachung aller Arbeiten durch den Inspektionsvorstand. Ohne sein Eingreifen ist niemals mit Sicherheit auf eine gründliche Durchführung der angegebenen Mafsregeln zu rechnen.

*) Die fraglichen Beobachtungen erstrecken sich nur auf einen verhältnismäfsig kleinen Bezirk und hauptsächlich auf eiserne Schwellen. Auch ist die Zahl der Beobachtungen noch nicht grofs genug gewesen. Deshalb mag es dahin gestellt bleiben, ob die angegebenen Durchschnitts- und Höchstzahlen allgemein mafsgebend sind.

*) Ebenso wie die Schiene die Schwelle mitnimmt, ist unter Umständen auch das Umgekehrte möglich, nämlich: dafs die Schiene an der beim Stopfen eintretenden Verschiebung der Schwellen teilnimmt. Wenn alle Schwellen einer ganzen Schienenlänge, oder wenigstens ein grofser Teil, auf einmal in gleicher Richtung einseitig gestopft werden, so verschieben sich die betreffenden Schwellen. Ist ihre Verbindung mit den Schienen lose, so gleiten sie unter diesen weg. Sind aber die Schrauben an den gestopften Schwellen sehr fest, so wird die vom Stopfen herrührende Kraft durch die Reibung auf die Schiene übertragen, und es wäre nicht verwunderlich, wenn die Schiene hierdurch in der Längsrichtung mit verschoben würde. Unzweifelhaft kommt diese Art der Schienenwanderung tatsächlich vor. Möglicherweise liegt hierin der Schlüssel für manche Unregelmäfsigkeiten, die beim Wandern der Schienen beobachtet worden sind, z. B. für das Rückwärtswandern.

Das Anfahren der Eisenbahnzüge.

Von **J. Wittenberg**, Oberinspektor zu Budapest.

Bei der Bestimmung des Arbeitsaufwandes zur Beförderung eines Zuges wird gewöhnlich aufser den Neigungsverhältnissen der Bahn das Gewicht und die Höchstgeschwindigkeit zu Grunde gelegt. Dies ist so lange richtig, als der Zug grofsenteils mit dieser Höchstgeschwindigkeit verkehrt, wie ein Eilzug auf zweigleisiger Bahn, der mehrere Stationen mit voller Geschwindigkeit durchfährt. Wesentlich anders stellt sich die Sache bei Personenzügen, die oft anhalten und bei Eilzügen auf eingleisiger Bahn, wo bei Durchfahrten die Geschwindigkeit je nach der Sicherungsanlage der betreffenden Station auf 30 bis 50 km/St zu verringern ist. Bei diesen ist der der Höchstgeschwindigkeit entsprechende Widerstand des Zuges von geringerer Bedeutung und das oft wiederholte Anfahren tritt in den Vordergrund, um schliefslich bei oft anhaltenden schnell verkehrenden Zügen fast ausschliefslich den Arbeitsaufwand zu bestimmen. Ganz dasselbe gilt von dem Zeitaufwande bis zur Erreichung der Höchstgeschwindigkeit.

Die Behandlung der mit diesen Fragen verknüpften Aufgaben bildet den Gegenstand der folgenden Erörterungen, bei denen wir nachstehende Bezeichnungen verwenden werden:

L, W, Z seien die Gewichte der Lokomotive, der Wagen, des ganzen Zuges in t;
A das Reibungsgewicht der Lokomotive in t;
P die Zugkraft der Lokomotive in kg;
$p_1 = \frac{P}{Z}$ die Zugkraft für 1 t des Zuges;
w der Zugswiderstand in kg für 1 t;
V die Geschwindigkeit des Zuges in km/St;
$v = \frac{V}{3,6}$ die Geschwindigkeit des Zuges in m/Sek;
S der zurückgelegte Weg in km;
s in m;
t die Zeit in Sek;
n die Neigung der Bahn in $^0/_{00}$;
r der Krümmungshalbmesser der Bahn;
$\varrho = \frac{700}{r}$ der Widerstand der Krümmung für 1 t;
M die Masse von 1 t des Zuges.

Der Zugwiderstand steht in geradem Verhältnisse zu v. Wenn Neigung und Krümmung der Bahn sich nicht ändern, so bleibt zur Leistung der Arbeit beim Anfahren die Zugkraft $p = p_1 - n - \varrho$ für 1 t. Diese Zugkraft mufs die Masse des Zuges beschleunigen und den Zugwiderstand überwinden. Die Zunahme an lebendiger Kraft für 1 t durch Änderung der Geschwindigkeit um dv ist

$$\frac{M}{2}\left[(v + dv)^2 - v^2\right] = M v\, dv.$$

Steht der Zugwiderstand vorläufig in geradem Verhältnisse zur Geschwindigkeit

$$w = av,$$

so ist die Grundgleichung

$$\text{Gl. 1)} \quad \ldots \quad p\, ds = M v\, dv + av\, ds.$$

Hieraus folgt

$$ds = M\frac{v\,dv}{p - av} \quad s = \int M\frac{v\,dv}{p - av} + C, \text{ und integriert:}$$

$$s = C - \frac{1}{a}v - \frac{p}{a^2}\ln(p - av).$$

Ist $v = 0$, somit auch $s = 0$ erhalten wir

$$0 = s = C - \frac{p}{a^2}\ln p,\ C = \frac{p}{a^2}\ln p, \text{ also:}$$

$$\text{Gl. I)} \quad \ldots \quad s = -\frac{1}{a}v + \frac{p}{a^2}\ln\frac{p}{p - av}$$

für die Zeit folgt aus Gl. 1)

$$\text{Gl. 2)} \quad \ldots \quad dt = \frac{ds}{v} = M\frac{dv}{p - av}$$

$$t = \int M\frac{dv}{p - av} = -\frac{M}{a}\ln(p - av) + C.$$

Ist $v = 0$, so ist auch $t = 0$ und somit $0 = -\frac{M}{a}\ln p + C$, $C = \frac{M}{a}\ln p$ und schliefslich

$$\text{Gl. II)} \quad \ldots \quad t = \frac{M}{a}\ln\frac{p}{p - av}.$$

Gl. I) und II) geben den Zusammenhang zwischen den für das Anfahren wesentlichen Gröfsen. Aber das ist nicht genug. Die Zugkraft p ändert sich während des Anfahrens wiederholt, weil Neigung und Krümmung der Bahn wechseln, und weil die Zugkraft der Lokomotive mit zunehmender Geschwindigkeit verringert werden mufs, um den Wasserstand im Kessel zu erhalten. Dies geschieht dadurch, dafs der Führer die Füllung verkleinert. Die Veränderung von p ändert den Verlauf und dies macht das Bestimmen desselben während des Anfahrens schwierig. Aus diesem Grunde ist es notwendig, diese Gleichungen weiter zu untersuchen.

$\frac{v}{p - av}$ liefert durch Teilen:

$$\frac{v}{p - av} = \frac{v}{p} + \frac{a}{p^2}v^2 + \frac{a^2}{p^3}v^3 + \frac{a^3}{p^4}v^4 + \ldots.$$

$$\int\frac{v\,dv}{p - av} = \frac{1}{p}\int v\,dv + \frac{a}{p^2}\int v^2\,dv + \frac{a^2}{p^3}\int v^3\,dv + \ldots.$$

$$= \frac{v^2}{2p} + \frac{a}{3p^2}v^3 + \frac{a^2}{4p^3}v^4 + \frac{a^3}{5p^4}v^5 + \ldots. + C$$

$$= v\left[\frac{1}{2}\left(\frac{v}{p}\right) + \frac{a}{3}\left(\frac{v}{p}\right)^2 + \frac{a^2}{4}\left(\frac{v}{p}\right)^3 + \ldots.\right] + C.$$

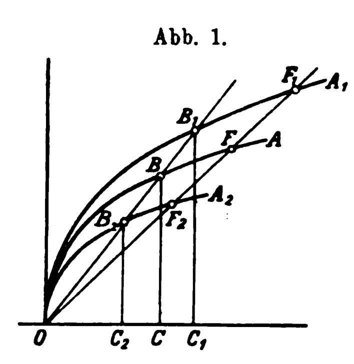
Nun war $s = \int M\frac{v\,dv}{p - av} + C$, und weil für $s = 0$ auch $v = 0$ ist, so folgt

$$s = Mv\left[\frac{1}{2}\left(\frac{v}{p}\right) + \frac{a}{3}\left(\frac{v}{p}\right)^2 + \frac{a^2}{4}\left(\frac{v}{p}\right)^3 + \ldots.\right].$$

Bleibt das Verhältnis $\frac{v}{p}$ unverändert, so wird der Ausdruck in der Klammer ebenfalls unveränderlich $= B$ und $s = B . M . v$, also steht in diesem Falle s in geradem Verhältnisse zu v.

In Textabb. 1 stellen die Längen s, die Höhen v dar, für die unveränderliche Zugkraft p liefert Gl. I) die Weg-Geschwindigkeitslinie OA. Für die Zugkraft p_1 folgt die Linie OA_1, für p_2 OA_2. Jeder Punkt der Fläche zwischen den Achsen hat also ein bestimmtes v, s und p, folglich auch ein bestimmtes $\frac{v}{p}$. Für alle Punkte desselben $\frac{v}{p}$ gilt das entwickelte Gesetz $s = BMv$ oder $s:v = BM$, für alle Punkte dieser Linie ist das Verhältnis $s:v$ unveränderlich und somit ist die gesuchte Linie eine durch den Ursprung gehende Gerade. Die durch den Ursprung gehenden Geraden sind geometrische Orte unveränderlicher $\frac{v}{p}$.

Abb. 1.



Ist also für ein bestimmtes p eine Weg-Geschwindigkeitslinie OA gezeichnet, so finden wir die für p_1 oder p_2 indem wir die Strahlen der einzelnen Punkte B, F im Verhältnisse $\frac{p_1}{p}$ vergröfsern, oder im Verhältnisse $\frac{p_2}{p}$ verkleinern. So erhalten wir die Punkte $B_1 F_1$ der Linie OA_1 oder $B_2 F_2$ der Linie OA_2. Die Weg-Geschwindigkeitslinien sind also geometrisch ähnlich und zwar im Verhältnisse der unveränderlichen Zugkräfte für 1 t.

Hiernach wird in der Regel die Zeichnung weiterer Linien unnötig, da die meisten mit denselben zusammenhängenden Aufgaben aus einer Linie bestimmbar sind. Ist etwa bei Punkt C_1 ein Gefällbruch in der Bahn, sodafs sich die Zugkraft von dort an ändert, so entsteht die Frage: welche Geschwindigkeit v_1 erreicht der Zug bis zu diesem Punkte bei der Zugkraft p_1?

Macht man $OC = OC_1 \frac{p}{p_1}$, und zieht man BC bis zum Schnittpunkte B mit OA, so gibt der Schnittpunkt des durch B gehenden Strahles mit dem Lote durch C_1 den Punkt B_1, und $C_1 B_1$ ist die gesuchte Geschwindigkeit.

In ähnlicher Weise wie bei der Bestimmung von s folgt aus $t = \int M \frac{dv}{p - av}$ mit Benutzung der dort entwickelten Reihe

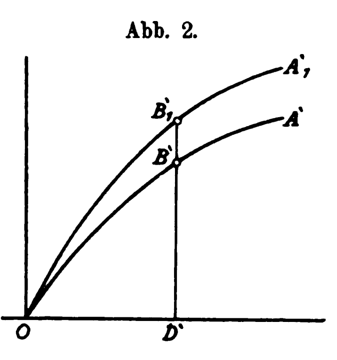
$$t = M\left[\frac{1}{p}\int dv + \frac{a}{p^2}\int v\,dv + \frac{a^2}{p^2}\int v^2\,dv + \ldots\right] + C$$
$$= M\left[\frac{v}{p} + \frac{a}{2}\left(\frac{v}{p}\right)^2 + \frac{a^2}{3}\left(\frac{v}{p}\right)^3 + \ldots\right] + C$$

und aus denselben Gründen $C = 0$. Hieraus geht hervor, dafs t unveränderlich wird, wenn $\frac{v}{p}$ sich nicht ändert.

Messen in Textabb. 2 die Längen die Zeit t und die Höhen wieder v, so folgt für ein gegebenes p die Zeit-Geschwindigkeitslinie OA'. Durch dieselbe Überlegung wie im vorigen Falle ergibt sich, dafs die Linien gleicher Werte von $\frac{v}{p}$ zur OY-Achse parallel laufende Gerade sind.

Soll bestimmt werden, in welchem Punkte das durch D' gehende Lot die Zeit-Geschwindigkeitslinie für p_1 schneidet, so mache man $D'B_1' = D'B' \frac{p_1}{p}$ und findet so den Punkt B'_1 der Linie OA'_1 und in ähnlicher Weise die anderen Punkte dieser Curve.

Abb. 2.



Weiter ist ersichtlich, dafs den Punkten B' und B_1' auf demselben Lote der Zeit-Geschwindigkeitslinien die Punkte B und B_1 in Textabb. 1 entsprechen, die auf demselben Strahle liegen. Hieraus geht hervor, dafs der Weg von O bis B bei unveränderlichem p in derselben Zeit zurückgelegt wird, wie der Weg von O bis B_1 bei unveränderlichem p_1 und von O bis B_2 bei unveränderlichem p_2. Bei unveränderlicher Zugkraft werden daher die Wege vom Anfangspunkte bis zu einem beliebigen Punkte desselben Strahles in derselben Zeit zurückgelegt, somit sind die Strahlen der Weg-Geschwindigkeits-Linienschar Linien gleicher Fahrzeit.

Dafs sich t bei unveränderlichem $\frac{v}{p}$ nicht ändert, folgt übrigens auch aus Gl. II), die auch in folgender Weise geschrieben werden kann:

$$t = \frac{M}{a} \ln \frac{1}{1 - a\frac{v}{p}},$$

t ändert sich danach nur, wenn $\frac{v}{p}$ sich ändert.

Genau dieselben Gleichungen, die für den Zugwiderstand $w = av$ gelten, gelten auch für die Form $w = b + av$, weil b beim Differenzieren wegfällt. Die Grundgleichung 1) ändert sich von

$$p\,ds = Mv\,dv + av\,ds \text{ in}$$
$$(p - b)\,ds = Mv\,dv + av\,ds.$$

Wird also in den abgeleiteten Gleichungen $p - b = p'$ statt p gesetzt, so ist auch dieser Bedingung Genüge geleistet.

Der Vollständigkeit halber werde noch der mitunter vorkommende Fall unveränderlichen Zugwiderstandes erwähnt, also $w = c$. Die Grundgleichung ist dann

$$p\,ds = Mv\,dv + c\,ds,\ (p - c)\,ds = p'\,ds = Mv\,dv,\ ds = \frac{M}{p'} v\,dv$$

und schliefslich

Gl. I') . . . . . . $s = \frac{M}{2p'} v^2.$

Die Weg-Geschwindigkeitslinie ist also hier eine Parabel, ferner ist

$$dt = \frac{ds}{v} = \frac{M}{p'} dv, \text{ also}$$

Gl. II') . . . . . . $t = M \frac{v}{p}.$

Die Zeit-Geschwindigkeitslinie ist somit eine Gerade.

Auch in diesem Falle ist t unveränderlich, wenn $\frac{v}{p'}$ sich

nicht ändert; dann ist auch $s = Bv$ eine Gerade, die durch den Ursprung geht, und dies ist gleichzeitig eine Linie gleicher Fahrzeit.

Der Zugwiderstand hängt von v^2 ab.

Der Widerstand des Zuges sei

$$w = b + av^2,$$

so lautet die Grundgleichung

Gl. 3) . . . $p'\,ds = Mv\,dv + (b + av^2)\,ds.$

Setzt man $p' - b = p$, so ergibt sich

Gl. 4) . . . . . $ds = M\frac{v\,dv}{p - av^2}$

$$s = \int M\frac{v\,dv}{p - av^2} = -\frac{1}{2a}\ln(p - av^2) + C,$$

und weil $s = 0$, wenn $v = 0$, folgt $C = \frac{1}{2a}\ln p$ also

Gl. III) . . . . $s = \frac{M}{2a}\ln\frac{p}{p - av^2}.$

Behufs Bestimmung der Zeit folgt aus Gl. 4):

$$dt = \frac{ds}{v} = \frac{Mv\,dv}{p - av^2},\quad t = \int\frac{Mv\,dv}{p - av^2} + C,$$

$$= 2\frac{M}{2\sqrt{ap}}\ln\frac{\sqrt{ap} + av}{\sqrt{ap} - av} + C.$$

Für $t = 0$ ist $v = 0$, also $C = -\frac{1}{2\sqrt{ap}}\ln\frac{\sqrt{ap}}{\sqrt{ap}} = 0$ und

Gl. IV) . . . $t = \frac{M}{2\sqrt{ap}}\ln\frac{\sqrt{\frac{p}{a}} + v}{\sqrt{\frac{p}{a}} - v}.$

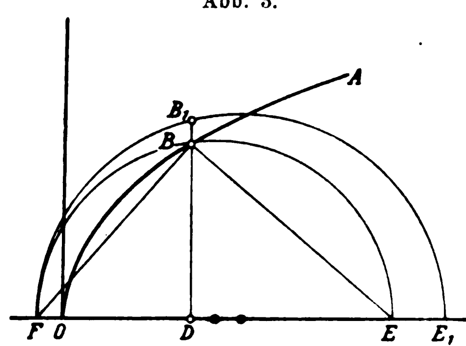
Behufs weiterer Untersuchung der Weg-Geschwindigkeits-Linie, die kurz (s, v) Linie heifsen möge, während die (t, v) Linie die Zeit-Geschwindigkeits-Linie sei, schreibe man Gl. III):

$$s = \frac{M}{2a}\ln\frac{\frac{p}{v^2}}{\frac{p}{v^2} - a}$$

Hieraus ergibt sich, dafs alle Punkte, die gleichen Werten von $\frac{p}{v^2}$ entsprechen, auf einem Lote liegen.

Ist daher in Textabb. 3 für ein gegebenes p die (s, v)

Abb. 3.



Linie OA bestimmt, so findet man einzelne Punkte der (s, v) Linie für p_1 in folgender Weise. Man mache $DE = p$ und ziehe BF rechtwinklig auf BE, dann ist

$$\frac{BD^2}{DE} = \frac{v^2}{p} = FD = C.$$

Man mache dann $DE_1 = p_1$ und schlage über $FD + DE_1$ als Durchmesser einen Halbkreis. Dieser schneidet das Lot D im Punkte B_1 und dieser ist ein Punkt der (s, v) Linie für p_1, weil

$$\frac{B_1D^2}{DE_1} = \frac{v_1^2}{p_1} = DF = C = \frac{v^2}{p}.$$

In ähnlicher Weise wie bei Gl. III) finden wir durch Umformung der Gl. IV)

$$t = \frac{M}{2v}\cdot\frac{1}{\sqrt{a\left(\frac{p}{v^2}\right)}}\ln\frac{\sqrt{a\left(\frac{p}{v^2}\right)} + 1}{\sqrt{a\left(\frac{p}{v^2}\right)} - 1}.$$

Ist daher $\frac{p}{v^2}$ unveränderlich, so können wir auch setzen

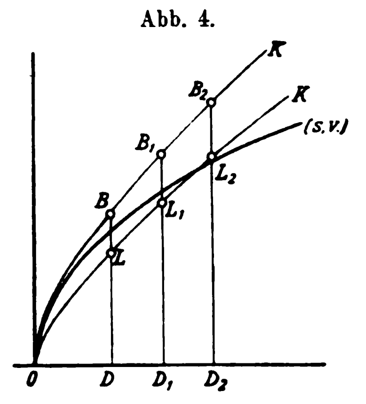
$$t = \frac{C_1}{v} \text{ oder } tv = C_1$$

Das ist aber die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel, und man sieht somit im Zusammenhange mit den Erörterungen bei der (s, v) Linie, dafs den Punkten, welche bei der (s, v) Linie auf einem Lote liegen, also Punkten gleichen Weges, in der (t, v) Linienschar Punkte entsprechen, die eine gleichseitige Hyperbel geben. Wenn wir also durch einen beliebigen Punkt der Ebene zwischen den Achsen der (t, v) Linie die entsprechende Hyperbel ziehen, bis sie die (t, v) Linie schneidet, so ist der dem Schnittpunkte entsprechende Weg gleich dem des ursprünglich angenommenen Punktes.

Die Linien gleicher Fahrzeit für die (s, v) Linie bestimmt man auf folgende Weise. Für alle Punkte desselben Lotes in der Ebene der (s, v) Linie ist $\frac{p}{v^2}$ unveränderlich, somit ist für jeden Punkt dieses Lotes $t = \frac{C_1}{v}$, wobei

$$C_1 = \frac{M}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{a\left(\frac{p}{v^2}\right)}}\ln\frac{\sqrt{a\left(\frac{p}{v^2}\right)} + 1}{\sqrt{a\left(\frac{p}{v^2}\right)} - 1}.$$

Abb. 4.



Zieht man nun in Textabb. 4 die entsprechende (s, v) Linie O (s, v), bestimmt ferner die Linie OK in der Weise, dafs in jedem Punkte der s-Achse der zugehörige Wert von C_1 als Höhe aufgetragen wird, so dafs DL das C_1 für das Lot durch D, D_1L_1 das C_1 für D_1 darstellt, so findet man die Zeit t, für einen beliebigen Punkt B_1, wie man das zugehörige C_1 durch die Geschwindigkeit des Punktes B_1 teilt, somit $t_1 = \frac{D_1L_1}{D_1B_1}$. Bestimmen wir auf dem Lote durch D_2 den Punkt B_2 in der Weise, dafs $\frac{D_2L_2}{D_2B_2} = \frac{D_1L_1}{D_1B_1}$ so ist $t = \frac{D_2L_2}{D_2B_2} = \frac{D_1L_1}{D_1B_1} = t_1$.

Machen wir auf dem Lote durch D $\frac{DL}{DB} = \frac{D_1L_1}{D_1B_1} = \frac{D_2L_2}{D_2B_2} = t = t_1 = t_2$, so ist die Zeit für Punkt B dieselbe, wie für B_1

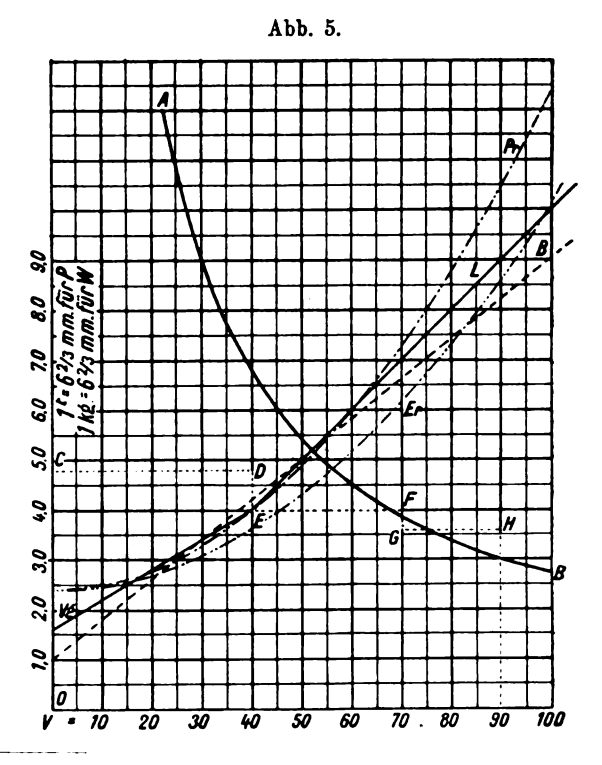
und B_3. Den Punkten auf der Linie OK entsprechen somit gleiche Zeiten und diese Linie selbst ist somit eine Linie gleicher Fahrzeit. Wie man sieht, stehen die Höhen dieser Linie gleicher Fahrzeit in geradem Verhältnisse zu den Höhen der Linie für die Werte C_1, somit sind alle Linien gleicher Fahrzeit eigentlich dieselbe logarithmische Linie mit verschiedenen Mafsstäben für die Höhen.

Anwendung für gebräuchliche Widerstandsformeln.

Die Theorie der Anfahrlinien wurde für geradlinige und quadratische Widerstandsformeln entwickelt, weil die gebräuchlichen Formeln die eine oder die andere Gestalt haben, oder wie die von Barbier und Aspinall zwischen beiden liegen. Im folgenden sollen die Anfahrlinien auf Grundlage zweier geradliniger und zweier quadratischer Widerstandsformeln entwickelt werden.

Die einfachste Form hat die Formel, die früher*) mitgeteilt worden ist: $w Z = (0{,}13\, L + 0{,}08\, W)\, V$ innerhalb der Grenzen von $V = 30$ bis 80 km/St. Für die jetzige Aufgabe wird ferner die Vereinfachung benutzt $w = 0{,}1\, V$, wobei der Fehler bei dem mittleren Werte $W = 2L$ ungefähr 0,02, und selbst bei dem für Eil- und Personenzüge äufsersten Werte von $W = 3L$ ungefähr 0,07 beträgt, somit noch nicht mehr, als die Fehlergrenze bei Widerstandsbestimmungen. Eine der letzten Veröffentlichungen über Zugwiderstände**) weist die nahe Übereinstimmung dieser Formel mit den Ergebnissen zahlreicher Versuche innerhalb der jetzt gebräuchlichen Geschwindigkeiten nach. Diese Formel wird als »geradlinige« bezeichnet (Gerade L, Textabb. 5.)

Abb. 5.



*) Organ 1899, S. 3 und 27.

**) Rolf Sanzin, Versuche über den Widerstand von Eisenbahnzügen, Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, 4. Dezember 1903.

Als zweite wird die in Amerika gebräuchliche Baldwin-Formel benutzt. Ihre ursprüngliche Form, bezogen auf englische Einheiten, lautet: $w = 2 + \frac{V}{4}$, oder für metrische Einheiten $w = 0{,}907 + 0{,}071\, V$ und mit Rücksicht darauf, dafs eine amerikanische Eisenbahntonne 907 kg ausmacht, ergibt sich schliefslich als Widerstand der metrischen Tonne:

$$w = 1{,}0 + 0{,}078\, V, \text{ wofür gesetzt wird:}$$
$$w = 1{,}0 + 0{,}08\, V \text{ (Gerade B, Textabb. 5).}$$

Als dritte Widerstandsgleichung diene die alte »preufsische« Formel:

$$w = 2{,}4 + \frac{V^2}{1000} \text{ (Linie Pr, Textabb. 5).}$$

Sie hat mehrere Jahrzehnte als Regel gegolten und mufste erst vor vier Jahren auf der Erfurter Versammlung der »Erfurter« Formel Platz machen, weil sie für die neueren Geschwindigkeiten unbrauchbar hohe Werte liefert.

Die Erfurter Formel, die vierte, lautet:

$$w = 2{,}4 + \frac{V^2}{1300} \text{ (Linie Er, Textabb. 5).}$$

Rolf Sanzin weist nach, dafs sie blofs für die neueren schweren Drehgestellwagen verwendet werden sollte.

Unter gewöhnlichen Umständen ist für das Anfahren der Teil der Widerstandslinie für geringere Geschwindigkeiten ohne Belang. Das ist auch deswegen von Wichtigkeit, weil auch alle bisher aufgestellten Formeln für kleine Geschwindigkeiten unrichtige Werte ergeben. Schon Wellington und neuestens wieder Aspinall zeigen, dafs der Widerstand unmittelbar bei $V = 0$ nahezu 6 kg/t ausmacht, er sinkt aber rasch mit zunehmender Geschwindigkeit, und erreicht den geringsten Wert ungefähr bei $V = 10$ km/St. Erst von hier ab gelten die Formeln.

Bei den 10 kg/t übersteigenden Werten von p kann man die geradlinige Formel L (Textabb. 5) bis $V = 0$ verwenden, trotzdem sie für $V > 30$ km/St bestimmt wurde.

Für Fälle kleiner Werte von p wird an sie in $V = 40$ km/St eine zweite Gerade angeschlossen, welche die alte »preufsische« Linie Pr (Textabb. 5) in den $V = 20$ km/St und $V = 40$ km/St entsprechenden Punkten schneidet und die »Vorgerade« Vg (Textabb. 5) heifsen möge; ihre Gleichung ist:

$$w = 1{,}6 + 0{,}66\, V.$$

Die Werte von Weg und Zeit für die einzelnen Widerstandsformeln sind folgende:

1. Vorgerade, Vg.

$$s = 2147\, (p' - 1{,}6) \ln \frac{p' - 1{,}6}{p' - w} - 129\, V;$$
$$t = 463 \ln \frac{p' - 1{,}6}{p' - w}$$

2. Gerade L.

$$s = 772 \left[p \ln \frac{p}{p - w} - 0{,}1\, V \right]; \quad t = 278 \ln \frac{p}{p - w}$$

3. Baldwin, Gerade B.

$$s = 1306\; p' - 1 \ln \frac{p' - 1}{p' - w} - 96{,}4\, V; \quad t = 347 \ln \frac{p' - 1}{p' - w}$$

4. Preufsische Linie Pr.

$$s = 3850 \ln \frac{p' - 2{,}4}{p' - w};$$

$$t = \frac{879}{2\sqrt{p' - 2{,}4}} \ln \frac{8{,}79\sqrt{p' - 2{,}4} + 2{,}78\,V}{8{,}79\sqrt{p' - 2{,}4} - 2{,}78\,V}$$

5. Erfurter Linie Er.

$$s = 5000 \ln \frac{p' - 2{,}4}{p' - w};$$

$$t = \frac{1000}{2\sqrt{p' - 2{,}4}} \ln \frac{10\sqrt{p' - 2{,}4} + 2{,}78\,V}{10\sqrt{p' - 2{,}4} + 2{,}78\,V}$$

Bei Aufstellung der Formeln nahmen wir die Masse einer Tonne gleich 100; genauer genommen ist $\frac{1000}{g} = 102$. Hierzu kommt noch die Berücksichtigung der umlaufenden Massen in den Rädern. Diese sind früher*) mit 7 festgestellt; Frank mifst sie in einem neuen Aufsatze zu 6 und Rolf Sanzin mit 8, so dafs 108 bis 110 als ganze Masse zu nehmen wäre. In den folgenden Zusammenstellungen und Darstellungen ist M = 110 gesetzt, so dafs die Ergebnisse der angeführten Formeln auf das 1,1 fache zu erhöhen wären.

Zusammenstellung I zeigt die Ergebnisse der vier Hauptformeln für p = 20 kg/t. Dies entspricht üblichen Eilzugsverhältnissen bei einem Zuge von 250 t Gewicht und 5 t Zugkraft der Lokomotiven.

Das Ergebnis der Zusammenstellung ist überraschend. Bis V = 70 km/St stimmen die Werte gut überein, darüber ist die preufsische Formel unbrauchbar, die drei übrigen geben bis V = 100 km/St befriedigende Übereinstimmung.

Zusammenstellung I.

Anfahren gewöhnlicher Eilzüge nach den vier Hauptformeln. (Textabb. 5.)

$V^{km/St}$	p = 20 kg/t				M = 110			
	s m				t Sek			
	L	B	Pr	Er	L	B	Pr	Er
10	22	23	24	24,9	15	16	17,3	17,3
20	90	96	98	94,1	32	33	35	34,9
30	212	218	222	223	50	52	53	53
40	393	404	404	388	68	70	72	72
50	638	652	650	629	88	90	91	90
60	959	972	971	953	109	111	112	110
70	1372	1373	1385	1338	132	133	135	132
80	1881	1865	1920	1795	156	156	161	155
90	2510	2456	2618	2389	183	182	190	180
100	3279	3165	3555	3111	212	209	227	209
110	4226	4006	4939	4134	243	238	273	243
120	5371	5003	6116	5478	279	268	345	284

Selbst bei V = 120 km/St, das erst nach 5 km Fahrt erreicht werden kann, ist zwischen der Geraden und der Erfurter Formel, die weit auseinander liegen, blofs eine Abweichung von 100^{m} Weg und 5 Sek. Zeit bei 280 Sek.; nach Baldwin erreicht man V = 120 km/St 400^{m} und 12 Sek. früher. Will man aber den nach der Geraden zur Erreichung von V = 120 km/St zurückzulegenden Weg von 5400^{m} mit dieser Höchstgeschwindigkeit nach Baldwin zurücklegen, so braucht man zu dem nach Erreichung dieser Geschwindigkeit erübrigenden Wege von 400^{m} noch weitere 12″, so dafs bei gleichem Wege blofs 1 Sek. Unterschied bleibt. Hieraus ist ersichtlich, dafs bei kräftigem Anfahren die Zugkraft gegenüber den kleinen Unterschieden zwischen den verschiedenen Widerstandsformeln derartig vorherrscht, dafs es ganz unnötig ist, ein anderes, als das geradlinige Gesetz zu verwenden, auch die Vorgerade Vg wird überflüssig. Es ist notwendig, dies zu betonen, weil die Amerikaner zur Bestimmung der Fahrzeiten für elektrische Strafsen- und Fern-Bahnen neuestens Zeit-Geschwindigkeits-Linien benutzen. Trotzdem hier das Anfahren sehr kräftig ist, und p häufig 50 kg/t überschreitet, bilden sie diese in mühsamster Weise aus einer Reihe von Berührenden, deren Zusammenhang in notdürftiger Weise erraten werden mufs. Nebst der Schwierigkeit der Behandlung bietet dieses Verfahren auch schlechte Übersicht.*)

Zusammenstellung II.

Anfahrlinien für schwere Personenzüge.

$V^{km/St}$	p = 10 kg/t						M = 110					
	s m						t Sek					
	L	L und Vg	B	Vg	Pr	Er	L	L und Vg	B	Vg	Pr	Er
10	44	—	52	51	56	62	32	—	35	38	43	41
20	195	—	202	228	229	221	68	—	75	78	81	81
30	477	—	503	525	534	531	109	—	118	123	124	123
40	942	—	980	997	1001	1000	157	—	167	172	174	169
50	1630	1685	1686	—	1687	1582	211	226	224	—	228	218
60	2673	2738	2703	—	2717	2523	279	294	290	—	296	278
70	4249	4305	4158	—	4369	3812	366	381	371	—	389	351
80	6842	6897	6296	—	7817	5618	496	511	473	—	550	442

Zusammenstellung II zeigt die Werte für p = 10 kg/t. Diese Zugkraft ist selbst für Eilzüge, die 70 km/St Geschwindigkeit erreichen sollen, als Mindestwert anzusehen, denn diese Geschwindigkeit wird nach Zusammenstellung II erst nach 4 km Weg erreicht, vorausgesetzt, dafs die Bahn wagerecht ist. L allein gibt zwar ziemlich gute Übereinstimmung, insbesondere bei den gröfseren Geschwindigkeiten; man erzielt aber bessere Übereinstimmung, wenn man bis V = 40 km/St die Vorgerade nimmt und von dort ab L anschliefst. Das gibt die Werte der zweiten Spalte. Bis V = 60 km/St ist die Übereinstimmung sehr gut. V = 70 km/St als Höchstwert wird auf 4300^{m} erreicht nach L in 379 Sek., nach L und Vg in 381 Sek., nach B in 379 Sek. und nach Er in 377 Sek. Die Übereinstimmung insbesondere der drei letzten Linien ist als eine weitgehende anzusehen. Weiter als bis V = 70 km/St zu gehen, ist bei p = 10 km/t nicht zulässig, denn man bedarf mehr als 2 km Weg, um die Geschwindigkeit um weitere 10 km/St zu erhöhen, und das kann man wohl nicht mehr als Anfahren betrachten.

Bisher ist das Anfahren auf der Wagerechten erfolgt; auf Steigungen mufs man sich mit kleineren Zugkräften als p = 10 kg/t

*) Organ 1899, S. 3 u. 27.

**) Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1903.

*) Mailloux: Notes on Plotting Speed-Time Curves, Transactions of the Americ. Inst. of Electric. Engineers. Aug.-Sept. 1902.

begnügen, weil dann auf $1^0/_{00}$ Steigung je 1 kg/t der Zugkraft wegfällt. Als Mindestmafs von p mufs man p = 6 kg/t betrachten, weil die Bewegung sonst nicht eingeleitet werden kann. Für p = 6 kg/t gilt Zusammenstellung III. V reicht hier blofs bis 40 km/St, weil selbst diese geringe Geschwindigkeit erst nach 2,5 km und 400 Sek. erreichbar ist. L ist in diesem Falle gänzlich auszuscheiden. Vg, B und Pr, welch' letztere für diese Geschwindigkeiten als besonders zuverlässig anzusehen ist, liefern gut übereinstimmende Werte. Wird Er ebenfalls auf 2500 m Weg und die Höchstgeschwindigkeit V = 40 km/St bezogen, so ist die Abweichung in der Zeit blofs je 2 Sek. von Vg und Pr.

Zusammenstellung III.

Anfahren auf starken Steigungen.

$V^{km/St}$	p = 6,0 kg/t					M = 110				
	s m					t Sek				
	L	B	Vg	Pr	Er	L	B	Vg	Pr	Er
10	79	96	105	119	123	56	66	75	85	78
20	366	440	473	498	495	124	147	173	176	160
30	985	1155	1210	1221	1188	212	250	268	278	249
40	1958	2534	2508	2489	2299	336	419	403	407	387

Die Zusammenstellungen I bis III geben volle Übersicht über das Anfahren. Unter gewöhnlichen Umständen genügt L. Sie gibt grofse Genauigkeit und die einfachste Behandlung der Anfahrlinien. Bei geringeren Zugkräften oder gröfseren Steigungen genügt auch B allein. Es ist aber von Bedeutung festzustellen,

Abb. 6.

dafs die Vorgerade Vg die Linie Pr, welche sie in zwei Punkten schneidet, bis zu völliger Gleichheit ersetzen kann, und dafs sie gemeinsam mit der an sie anschliefsenden L sehr gute Werte bis zu den höchsten jetzt gebräuchlichen Geschwindigkeiten ergibt. Hieraus folgt, dafs es unnötig ist, die schwierigen Bestimmungen mit Linien höherer Ordnung weiter zu verfolgen. Eine Folge von Geraden kann jede Linie mit jedem gewünschten Grade der Genauigkeit ersetzen. Man mufs sich nur vor Augen halten, dafs die Gerade, welche ein Stück krummer Linie ersetzen soll, sich diesem umsomehr anschmiegen mufs, je kleiner die Zugkraft und je gröfser die Geschwindigkeit ist.

Die Zusammenstellungen IV und V geben die Werte für die Vorgerade Vg und die Baldwin'sche Linie B. In beiden Fällen ist p' so gewählt, dafs nach Abzug des Wertes b p = 10 kg/t bleibt. Textabb. 6 endlich enthält die Linien für p = 10 kg/t, wie sie für die Bestimmung der Anfahrzeit in der Regel zu verwenden sind.

Zusammenstellung IV.

Vorgerade Vg. (Textabb. 5.)

p = 11,6 kg/t					M = 110					
$V^{km/St}$.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
s	42	183	431	807	1329	2024	2937	4092	5569	7447
t	32	65	101	140	182	228	277	333	396	466

Zusammenstellung V.

Linie B. (Textabb. 5.)

p = 11 kg/t					M = 110					
$V^{km/St}$.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
s	45	193	460	875	1474	2310	3465	5060	7337	10747
t	32	66	105	147	195	250	314	391	486	614

Bestimmung der Zugkraft.

Ist die Leistungsfähigkeit einer Lokomotive innerhalb der Benutzungsgrenzen ermittelt und in Textabb. 7 durch AB mit V km/St als Längen und der Zugkraft P^t als Höhen dargestellt, zieht man dann die Widerstandslinie CDE bezogen auf 1000 t Zuggewicht, so findet man für die Geschwindigkeit OM_1 die Zugkraft der Lokomotive $P^t = M_1M$, den Zugwiderstand für $1000\ t = M_1M_2$ und die Belastung, welche die Lokomotive einschliefslich ihres Eigengewichtes ziehen kann

$$Z^t = 1000\,\frac{MM_1}{M_1M_2}.$$

Hieraus ergibt sich die Zugkraft $p^{kg/t} = \frac{P}{Z}$.

Auf der Steigung ist für je $1^0/_{00}$ zu M_1M_2 je 1 t hinzuzufügen und auf dem Gefälle abzuziehen.

Aus den zahlreichen Versuchen, welche M. Herr über die Lokomotivgattungen der Northern Pacific-Bahn veröffentlicht*), sowie aus den Versuchen von Henderson**) und der Untersuchung seiner Linie kann man annehmen, dafs sich die Leistungsfähigkeit bei verschiedenen Geschwindigkeiten wenig ändert. Hieraus folgt dann, dafs PV unveränderlich ist und dafs die Linie AB eine gleichseitige Hyperbel darstellt.

Für eine hier einzuführende Leistungsfähigkeit von 1000 P.S. ergibt sich

$$\frac{V^{km/St}}{3,6}\,P^{kg} = 75000$$

oder für P in t

Gl. V) . . . . . $V^{km/St}\,P^t = 270.$

Hat die Lokomotive N P.S., so ergibt sich

Gl. VI) . . . . $Z = \frac{N}{1000} \cdot \frac{MM_1}{M_1M_2 \pm n}.$

*) Proceedings of Western Railway Club 1898/99, S. 261.

**) American Association Master Mechanics 1901, S. 204.

Die Bestimmung der einzelnen Punkte von AB in Textabb. 7 erfolgt mit der Bedingung, dafs die Lokomotive auf der Steigung $n\,^0/_{00}$ den Zug Z, dessen Widerstand MM_1 ist, dauernd mit der Geschwindigkeit V befördern kann, ohne dafs sich der Wasserspiegel im Kessel ändert. Dabei mufs angenommen werden, dafs dieser Rampe eine günstigere Strecke vorangeht, und an deren Fufse die Geschwindigkeit V erreicht ist. Denn auf der Rampe selbst würde mit der Zugkraft MM_1 die Geschwindigkeit V erst nach unendlichem Wege erreicht werden, denn bei der Belastung Z ist der Zugwiderstand gleich der Zugkraft, zur Beschleunigung bleibt also kein Überschufs. Aus Zusammenstellung II geht hervor, dafs man mit einer Zugkraft p = 10 kg/t, die dem Zugwiderstande für V = 100 km/St entspricht, tatsächlich nur bis V = 70 km/St, im äufsersten Falle bis V = 80 km/St anfahren kann und bei der Ähnlichkeit aller (s, v) Linien kann man allgemein nur soweit anfahren, bis w = (0,7 bis 0,8) p geworden ist. Soll also die Zugkraft der Lokomotive ausgenutzt werden, so mufs man zur Erreichung der Grundgeschwindigkeit V mit einer Zugkraft M_1M_3 anfahren, und deren Mindestmafs ist $M_1M_3 = \frac{M_1M}{0,8} = 1,25\,M_1M$. Dazu ist während des Anfahrens ein Teil des Wassers im Kessel zu verwenden, der bis zum nächsten Anfahren durch Ausnützung der Neigungsverhältnisse sowie während des Fahrens ohne Dampf wieder ergänzt werden mufs. Sollte das nicht möglich sein, so ist die Belastung entsprechend zu vermindern. Die Wassermenge oberhalb des zulässigen Wasserspiegels ist also von wesentlicher Bedeutung, denn sie gestattet eine schwierigere Strecke zu überwinden und den Ersatz des Wassers auf einer entfernten günstigen Strecke abzuwarten. Jeder Kessel hat aber einen gewissen Höchst-Spiegel, oberhalb dessen das Wasser bei weit geöffnetem Regler oder bei gröfserer Füllung stark mitgerissen wird und dieser bezeichnet somit die Grenze der Ausnutzbarkeit der Lokomotive. Besonders wichtig ist der Umstand, dafs dieses Mitreifsen bei grofsen Füllungen selbst bei kleineren Geschwindigkeiten auftritt, also eben während des Anfahrens.

Abb. 7.

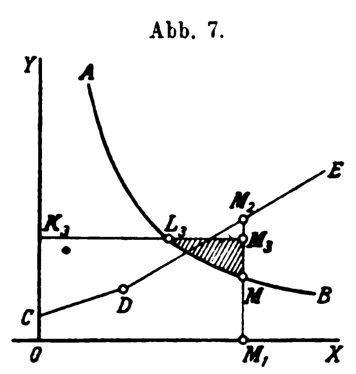
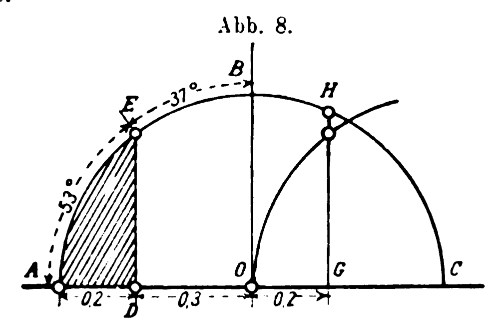


Abb. 8.



In Textabb. 8 sei ABC der Winkelhalbkreis über dem Hube AC, ferner AD = 0,2 AC, DE die Senkrechte durch D, so macht der gleichmäfsig umlaufende Kurbelzapfen im Kreise den Weg AE, bis der Kolben die Stellung D erreicht. Der Bogen AE beträgt 53°. Bis zur Mittelstellung macht der Kurbelzapfen nurmehr einen Bogen von 37°, während der Kolben 0,3 AC = DO zurücklegt. Der Dampf strömt mit der Geschwindigkeit des Kolbens nach, folglich ist seine mittlere Geschwindigkeit zwischen den Punkten D und O $\frac{0,3}{0,2} \cdot \frac{53}{37}$ = 2,16 mal gröfser, als zwischen den Punkten A und D. Bei halber Füllung ist somit während des gröfseren Teiles der Füllung die Geschwindigkeit des Dampfes mehr als doppelt so grofs, als bei einer Füllung von 0,2. Macht man die Füllung gröfser, so beginnt die Einströmung im andern Zylinder, sobald O überschritten wird, so dafs die Geschwindigkeit des Dampfes zwischen den Punkten O und G, wo die Füllung 0,7 erreicht ist, wegen der gleichzeitigen Einströmung in beide Zylinder auf das 3,2fache der erstangenommenen Geschwindigkeit steigt. Bei V = 40 km/St und 0,7 Füllung entsteht also ungefähr dieselbe Dampfgeschwindigkeit wie bei 0,2 Füllung und V = 125 km/St. Dieses Verhältnis verschlimmert sich ferner zu Ungunsten der gröfseren Füllung dadurch, dafs bei den gebräuchlichen Steuerungen starkes Drosseln des Dampfes bei kleineren Füllungen eintritt, so dafs der Zylinder mit Dampf von niedrigerer Spannung und somit kleinerm Gewichte gefüllt wird.

In Textabb. 5 ist die gleichseitige Hyperbel AB für 1000 P.S. Leistung dargestellt und mit Rücksicht auf die vorhergehende Erörterung sind drei Füllungen während des Anfahrens angenommen. Die entsprechenden Zugkräfte sind nach der gebrochenen Linie CDEFGH

4800 kg für V = 0 bis 40 km/St
4000 « « V = 40 bis 70 km/St
3600 « « V = 70 bis 90 km/St.

Die Reibungs-Zugkraft der Lokomotive wird mit 5000 kg festgesetzt; diese wird aber blofs während der ersten Umdrehungen voll ausgenutzt.

Bestimmung des Zeitverlustes.

Der Zweck dieser Abhandlung ist in erster Linie die Bestimmung des Zeitverlustes durch das Anfahren, um die ganze Fahrzeit festzustellen. Sind daher Zeit und Weg nach dem vorstehenden für das Anfahren bestimmt, so berechne man die Zeit, in welcher dieser Weg bei voller Grundgeschwindigkeit zurückgelegt worden wäre; der Unterschied gegenüber der Anfahrzeit gibt den Zeitverlust.

Das Entwickeln dieses Verlustes in geschlossener Form ist ziemlich umständlich, der Vorgang werde daher an einigen Beispielen gezeigt, wobei der Einflufs der verschiedenen Umstände ersichtlich wird. Die Lokomotive von 1000 PS, deren Leistung in Textabb. 5 dargestellt ist, fährt mit den oben erwähnten drei Füllungsgraden an. Die Lokomotive wiegt 90 t, die Grundgeschwindigkeit V sei 90 km/St und der Stationsabstand 6 km, die Strecke ist wagerecht.

Textabb. 5 gibt bei V = 90 km/St P = 3 t, w . 1000 = 9000 kg = 9 t. Hieraus ergibt sich $Z = 1000 \cdot \frac{9}{3} = 333$ t. Danach seien 300 t die höchste mögliche Zugbelastung. Genauer ist nach der auf S. 196 angegebenen Formel w = (0,13 L + 0,08 W) $\frac{V}{Z} = 0,092\,V$ also um 8 % günstiger als nach w = 0,1 V

(Linie L, Textabb. 5). — Dieses gilt aber als Sicherheit für schlechtes Wetter und sonstige Hindernisse.

Zusammenstellung VI.

Anfahren auf der Wagerechten, Z = 300 t.

P	p	V_p	V_{10}	T	S_{10}	S_p	D	T_D	T_{90}	Δ
4800	16	30	18,7	65	170	272	—	—	—	—
4800	16	40	25,0	80	310	500	500	80	20	60
4000	13,3	40	30,0	109	477	640	—	—	—	—
4000	13,3	50	37,3	143	780	1070	—	—	—	—
4000	13,3	70	52,7	230	1850	2470	1830	121	73	48
3600	12	70	58,3	270	2550	3060	—	—	—	—
3600	12	90	75,0	425	5400	6480	3420	155	137	18
						0	5750	356	230	126
						30	5478	291	219	72
						50	4820	242	193	51

Zusammenstellung VI zeigt die Rechnungsergebnisse. Aus den in der Spalte P angeführten Zugkräften ergeben sich den Fahrgeschwindigkeiten Vp entsprechend die in der Spalte p berechneten für 1 t. Vom Beginne der Fahrt an bewegt sich der Zug nach dem Gesetze der Linien für $p = 16$ kg/t, bis $V_p = 40$ km/St erreicht ist. — Zieht man durch diesen Punkt der (s, v) Linie die Linie gleicher Fahrzeiten, so schneidet sie die (s, v) Linie für $p = 10$ kg/t in einem Punkte, dessen Geschwindigkeit $V_{10} = 40\,\frac{10}{16} = 25$ km/St beträgt. Dieser Geschwindigkeit entspricht auf der (t, v) Linie $T = 80$ Sek. Textabb. 6) und auf der (s, v) Linie $S_{10} = 310^m$. Die Zeit ist dieselbe wie bei der (t, v) Linie für $p = 16$ kg/t, der Weg ist aber im Verhältnisse der p zu vergröfsern, so dafs $S_p = S_{10}\,\frac{16}{10} = 310\,\frac{16}{10} = 500^m$ wird. Die gefundenen Werte sind in die Spalten für T, S_{10} und Sp eingetragen. Bei $V_p = 40$ km/St verringert sich P auf 4000 kg und p auf 13,3 kg/t und die Bewegung folgt von da ab den entsprechenden Linien. Wäre man von $V = 0$ an längs dieser Linien gefahren, so hätte man $V_p = 40$ km/St, $V_{10} = 40\,\frac{10}{13,3} = 30$ km/St, $T = 109$ Sek., $S_{10} = 477^m$ und $S_p = 477\,\frac{13,3}{10} = 640^m$ erreicht. Hat man also mit ihnen $V_p = 70$ km/St, $T = 230$ Sek. und Sp 2470^m erreicht, so ist man längs dieser Linien zwischen $V_p = 40$ km/St und $V_p = 70$ km/St die Strecke $D = 2470 - 640 = 1830^m$ gefahren, und hat diese im $T = 230 - 109 = 121$ Sek. zurückgelegt. Bei $V_p = 70$ km/St gelangt man in die Linie für $p = 12$ kg/t und findet nach ähnlichem Vorgange, dafs zur Erreichung von $V_p = 90$ km/St eine weitere Strecke von 3420^m in 155 Sek. zu durchmessen ist. Die drei Streckenteile geben zusammen 5750^m und die Fahrzeit von 356 Sek. Diese Strecke hätte man bei voller Geschwindigkeit von $V = 90$ km/St in der Zeit $T_{90} = 230$ Sek. zurückgelegt, somit beträgt der Fahrzeitverlust $\triangle = 356 - 230 = 126$ Sek.

Wäre die Strecke mit einem durchfahrenden Eilzug befahren, der in den Stationen V auf 30 km/St herabsetzen mufs, so hätte dieser bis zur Erreichung von $V = 40$ km/St statt 600^m blofs $500 - 272 = 228^m$ und statt 80 Sek. blofs $80 - 65 = 15$ Sek. gebraucht und somit, wie am Schlusse der Zusammenstellung VI in der wagerechten Reihe 30 ausgegeben, die Geschwindigkeit $V = 90$ km/St auf 5478^m in 291 Sek. erreicht und 72 Sek. Zeitverlust erlitten. Wenn schliefslich die Stationen mit $V = 50$ km/St durchfahren werden, so erreicht* man $V = 90$ km/St in $D = 4820^m$ $T_D = 242$ Sek. mit $\triangle = 51$ Sek. Zeitverlust gemäfs Reihe 50.

In derselben Weise ist das Anfahren eines Zuges von 240 t Gewicht in Zusammenstellung VII bestimmt, und schliefslich das Anfahren von Zügen desselben Gewichtes auf 5 ‰ Gefälle in den Zusammenstellungen VIII und IX. In den beiden letzteren wurden die p entsprechend dem Gefälle um je 5 kg/t erhöht. Ein Vergleich der Zusammenfassungen am Schlusse der Zusammenstellungen gibt ein Bild des bedeutenden Einflusses der entsprechenden Verhältnisse.

Zu beobachten ist ferner, nach welcher Strecke die volle Geschwindigkeit zu erreichen ist.

Zusammenstellung VII.

Anfahren auf der Wagerechten, Z = 240 t.

P	p	V_p	V_{10}	T	S_{10}	S_p	D	T_D	T_{90}	Δ
4800	20	30	15	50	105	210	—	—	—	—
4800	20	40	20	68	135	370	370	68	15	53
4000	16,6	40	24,1	82	280	466	—	—	—	—
4000	16,6	50	30,0	109	477	740	—	—	—	—
4000	16,6	70	42,2	166	1060	1750	1280	84	51	33
3600	15	70	46,7	192	1380	2070	—	—	—	—
3600	15	90	60	179	2670	4000	1930	87	77	10
						0	3580	239	143	96
						30	3380	189	135	54
						50	2890	144	116	28

Zusammenstellung VIII.

Anfahren auf 5 ‰ Gefälle, Z = 240 t.

P	p	V_p	V_{10}	T	S_{10}	S_p	D	T_D	T_{90}	Δ
4800	25	30	12,0	38	60	150	—	—	—	—
4800	25	40	16,0	53	120	300	300	53	12	41
4000	21,6	40	18,5	64	170	370	—	—	—	—
4000	21,6	50	23,1	80	270	580	—	—	—	—
4000	21,6	70	32,4	118	550	1190	820	54	33	21
3600	20	70	35,0	130	670	1340	—	—	—	—
3600	20	90	45,0	182	1250	2500	1160	52	46	6
						0	2260	159	91	68
						30	2130	121	85	36
						50	1770	90	74	16

Zusammenstellung IX.

Anfahren auf 5 ⁰/₀₀ Gefälle, Z = 300 t.

P	p	V_p	V_{10}	T	S_{10}	S_p	D	T_D	T_{90}	Δ
4800	21	30	14,3	46	90	189	—	—	—	—
4800	21	40	19,0	65	170	357	360	65	14	50
4000	18,3	40	21,8	76	230	420	—	—	—	—
4000	18,3	50	27,3	97	380	700	—	—	—	—
4000	18,3	70	38,3	148	840	1540	1120	72	45	26
3600	17,0	70	41,1	161	1000	1700	—	—	—	—
3600	17,0	90	52,9	231	1880	3200	1500	70	60	10
						0	3020	207	121	86
						30	2830	161	113	48
						50	2340	121	94	27

In Zusammenstellung X ist der Einfluſs der Steigung auf das Anfahren verfolgt, und zwar für einen Zug von 240 t auf 5 ⁰/₀₀ Steigung; p wird um je 5 kg/t verringert. Bis V_p = 70 km/St nimmt die Rechnung den bisherigen Verlauf. Von hier ab ist p = 10 kg/t. und somit klar, daſs innerhalb des Stationsabstandes von 6 km V = 90 km/St nicht zu erreichen ist.

Zusammenstellung X.

Anfahren eines Zuges auf 5 ⁰/₀₀ Steigung, Z = 240 t.

P	p	V_p	V_{10}	T	S_{10}	S_p	D	T_D	T_{90}	Δ
4800	15	30	20	68	195	293	—	—	—	—
4800	15	40	26,7	93	360	480	480	93	19	74
4000	11,6	40	34,5	127	660	770	—	—	—	—
4000	11,6	50	43,1	175	1130	1310	—	—	—	—
4000	11,6	70	60,4	282	2730	3170	2400	155	96	59
3600	10,0	70	70,0	366	4250	4250	—	—	—	—
3600	10,0	80,0	80,0	496	6850	6850	2600	130	104	26
3600	10,0	81	81,0	510	7150	7150	2900	144	—	—
3600	10,0	82,8	82,8	537	7840	7840	3620	171	—	—
						0	5480	378	219	159
						30	5480	324	219	105
						50	5480	275	219	59

Bis zur Erreichung von V = 70 km/St hat der Zug 480 + 2400 = rund 2900 ᵐ zurückgelegt, und da ungefähr 500 ᵐ vor Erreichung der nächsten Station der Dampf abgesperrt und gebremst werden muſs, bleiben nur 5500 — 2900 = 2600 ᵐ zur Erhöhung der Geschwindigkeit. Auf der (s, v) Linie für p = 10 kg/t entspricht V = 70 km/St, S = 4250 ᵐ; die höchste Geschwindigkeit wird also bei S = 4250 + 2600 = 6850 ᵐ erreicht. Dies gibt aus der (s, v) Linie V = 80 km/St und dem entsprechend auf der (t, v) Linie T = 490 Sek. Somit ist beim Anfahren von V = 0 an die Strecke von 5480 ᵐ in 378 Sek. zurückgelegt, der Verlust beträgt 159 Sek. Beginnt die Fahrt mit V = 30 km/St, so haben wir den bis zur Erreichung von V = 40 km/St 300 ᵐ, genau 293 ᵐ weniger zurückgelegt und diese Strecke wird für die Fahrt von V = 70 km/St an gewonnen. Der Endpunkt auf der (s, v) Linie ist daher S_{10} = 6850 + 300 = 7150 ᵐ, V = 81,0 km/St und T = 510 Sek. Bei Beginn der Fahrt mit V = 50 km/St gewinnt man gegenüber dem Anfahren von V = 0 an 480 + 1310 — 770 = 990 ᵐ und erreicht dann 7840 ᵐ, V = 82,8 km/St, bei T = 537 Sek. In ähnlicher Weise findet man die Angaben für einen Zug von 300 t Gewicht auf 5 ⁰/₀₀ Steigung, wie sie in Zusammenstellung XI erscheinen.

Zusammenstellung XI.

Anfahren auf einer Steigung von 5 ⁰/₀₀, Z = 300 t.

P	p	V_p	V_{10}	T	S_{10}	S_p	D	T_D	T_{90}	Δ
4800	11	30	27,3	95	380	418	—	—	—	—
4800	11	40	36,4	139	750	825	825	139	33	106
4000	8,3	40	48,2	202	1480	1130	—	—	—	—
4000	8,3	50	60,3	278	2700	2240	—	—	—	—
4000	8,3	70	84.4	565	8600	7140	6010	—	—	—
4000	8,3	64	79,8	495	6790	5630	4500	293	180	113
4000	8,3	67,4	81,2	515	7290	6050	4920	313	—	—
4000	8,3	71,1	85,5	590	9190	7560	6430	388	—	—
						0	5325	432	213	219
						30	5320	357	213	131
						50	5320	312	213	99

V = 70 km/St, der eine Strecke von 6830 ᵐ erfordert, wird hier nicht erreicht. Wird die Fahrt unter Dampf 5325 ᵐ fortgesetzt, so wird beim Anfahren von V = 0 an bloſs V = 64 km/St erreicht, oder 67,4 km/St und 71,1 km/St bei Durchfahrten mit V = 30 km/St und 50 km/St. Aber auch bei Durchfahrten mit der vollen Geschwindigkeit von 90 km/St kann diese Geschwindigkeit nicht aufrecht erhalten werden. Die AB Linie (Textabb. 5) zeigt nämlich bei V = 90 km/St P = 3000 kg, denn P war nur für kleinere Strecken während des Anfahrens mit 3600 kg zugegeben. Beim Durchfahren der ganzen Station kann nur der erste Wert angenommen werden, so daſs auf 5 ⁰/₀₀ Steigung nur p = 5 kg/t übrig bleibt, und diese Zugkraft hat mit der Trägheit des Zuges den Zugwiderstand zu überwinden.

Aus der negativen Zunahme von v folgt

$$ds = -\frac{M v\, dv}{av - p},\quad s = M\left[\frac{v}{a} + \frac{p}{a^2}\ln(av - p)\right] + C$$

und weil für s = o v = der Anfangsgeschwindigkeit v_1 ist, folgt

$$C = M\left[\frac{v_1}{a} + \frac{p}{a^2}\ln(av_1 - p)\right]$$ und schlieſslich

$$\text{Gl. VII)}\ .\quad s = M\left[\frac{1}{a}(v_1 - v) + \frac{p}{a^2}\ln\frac{av_1 - p}{av - p}\right]$$

Für die Bestimmung der Zeit ist $dt = \frac{ds}{v} = -\frac{M\, dv}{av - p}$, demnach wie früher und hieraus in ähnlicher Weise wie vorher

$$\text{Gl. VIII)}\ \ .\ .\ .\quad t = \frac{M}{a}.\ln\frac{av_1 - p}{av - p}$$

Für p = 5 kg/t, $av_{90} - p$ = 4 kg/t, $av_{70} - p$ = 2 kg/t folgt t = 192 Sek., s = 4230 ᵐ bis zur Erreichung von V = 70 km/St. Der übrige Weg von 1100 ᵐ wird mit V = 70 km/St durchfahren, weil zur Aufrechterhaltung dieser Geschwindigkeit genügend Zugkraft vorhanden ist. Die ganze Fahrzeit ist dann 249 Sek. und △ = 36 Sek. Schlieſslich zeigt Zusammenstellung XII den Verlauf der Rechnung bei einer Strecke mit wechselndem Gefälle, anfangs 500 ᵐ wagerecht, dann 1000 ᵐ im

Gefälle von $5\,^0/_{00}$ und schliefslich 4000^{m} mit $2\,^0/_{00}$ Steigung. Hierbei ist aufser dem Wechsel der Zugkraft an den Geschwindigkeitsgrenzen auch die Änderung der p in den Gefällsbrüchen in ähnlicher Weise zu berücksichtigen, wie in den Zusammenstellungen X und XI.

Zusammenstellung XII.

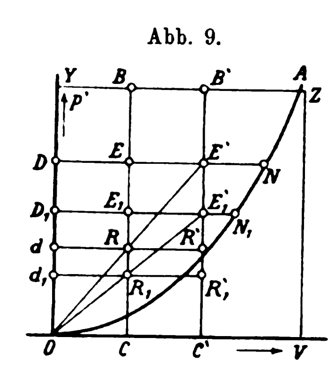
Anfahren auf wechselndem Gefälle, Z = 300 t.

P	p	V_p	V_{10}	T	S_{10}	S_p	D	T_D	T_{90}	Δ
4800	16,0	40	25	80	310	500	500	80	20	60
4000	18,3	40	21,8	76	230	420	—	—	—	—
4000	18,3	68,1	37,2	142	780	1420	1000	66	40	26
4000	11,3	68,1	60,3	281	2700	3050	—	—	—	—
4000	11,3	70,0	62,1	295	2920	3330	280	14	11	3
3600	10	70,0	70,0	366	4250	4250	—	—	—	—
3600	10	83,0	83,0	540	2970	7970	3720	174	149	25
						0	5500	334	220	114

Anfahren mit Anlauf.

Das Anfahren unter Benutzung der lebendigen Kraft des Zuges, nennt man »Anfahren mit Anlauf.« Die Gl. VII) und VIII) geben zwar s und t für diesen Fall, es ist aber wünschenswert, ein zeichnerisches Verfahren behufs übersichtlicher Lösung dieser Aufgabe zu entwickeln. Hierzu dient die Beschleunigungslinie OA (Textabb. 9), deren Längen die Geschwindigkeit V und deren Höhen den Beschleunigungsdruck p' darstellen, der erforderlich ist, um 1 t des Zuges auf einer Strecke von 1 km so zu beschleunigen, dafs sie die Geschwindigkeit V erreicht

Abb. 9.



$$p' = \frac{110}{2}\left(\frac{V}{3.6}\right)^2 \cdot \frac{1}{1000}.$$

Die einzelnen Werte von p' gibt die Zusammenstellung XIII. Auf der Wagerechten YZ wird der Weg gemessen. Ist YB = 1 km und OD das p' für V = DN, so stellt Fläche OCED die lebendige Kraft von 1 t bei dieser Geschwindigkeit dar. Auf die Strecke YB' bezogen ist bekanntlich dieselbe Fläche gleich der des Rechteckes OC'R'd, wenn R der Schnittpunkt des Strahles OE' mit der Höhe BC ist. Ist also die Geschwindigkeit auf der Strecke YB' von V = DN auf $V_1 = D_1N_1$ verringert, so hat 1 t des Zuges längs dieser Strecke die Arbeit $OC'R'd - OC'R'_1d_1 = d_1R'_1R'd$ abgegeben, somit durchschnittlich den Druck RR_1.

Zieht man also die Höhe durch das Ende des zurückzulegenden Weges und durch deren Schnittpunkte mit den Wagerechten der den Endgeschwindigkeiten V und V_1 entsprechenden Punkte der Beschleunigungslinie Strahlen zum Anfangspunkte O, so ist das zwischen diesen Strahlen auf der Höhe in 1 km abgeschnittenen Stück das Mafs des gewonnenen Druckes.

Dies Verfahren wird zur Lösung folgender Aufgabe benutzt. Ein Zug kommt mit der Geschwindigkeit V am Fufse der Rampe von $n\,^0/_{00}$ Steigung mit der Zugkraft p an, das entsprechende p — av ist $<$ n, so dafs $n - (p - av) = p'$; welches ist seine Geschwindigkeit V_1 nach Zurücklegung der Strecke YB?

In Textabb. 9 ist $RR_1 = p'$ und DN = V, so ist D_1N_1 die Geschwindigkeit V_1. Dies ist nicht ganz richtig, weil der Zugwiderstand av mit der Geschwindigkeit ebenfalls abnimmt, und der wahre Mittelwert zwischen av und av_1 liegt. Zur Berichtigung nehme man nach der vorläufigen Bestimmung von V_1 in der obigen Weise den Mittelwert von av und av_1 als neues p' zur Wiederholung des Verfahrens, oder man setze den erstgefundenen Wert in Gl. VII) ein und bestimme seine Genauigkeit. Aus dieser Gleichung kann man die Endgeschwindigkeit v_1 auch nicht unmittelbar ermitteln, weil man die Exponentialgleichung mit v im Logarithmus nur durch Versuchen oder Reihenentwickelung lösen kann. Für alle Betriebserfordernisse ist aber die Bestimmung auf zeichnerischem Wege genau genug, denn sie liegt weit innerhalb der Grenze der Veränderlichkeit des Zugswiderstandes.

Eine zweite Aufgabe ist folgende: Der Zug kommt mit der Geschwindigkeit V am Fufse der Rampe von $n\,^0/_{00}$ an, und soll an deren Ende die Mindestgeschwindigkeit V_1 haben. Wie grofs ist bei gegebener Zugkraft P die zulässige Belastung Z?

Man findet wieder aus Textabb. 9 $RR_1 = p'$ als Zuwachs der Zugkraft für 1 t. Nimmt man $\frac{a}{2}(v_1 + v)$ als mittleren Zugswiderstand, so ergibt sich die Gleichung $n + \frac{a}{2}(v_1 + v) = p' + \frac{P}{Z}$, hieraus $\frac{P}{Z} = n - p' + \frac{a}{2}(v_1 + v)$ und

Gl. IX) . . . $$Z = \frac{P}{n - p' + \frac{a}{2}(v_1 + v)}.$$

Arbeitsaufwand.

Während des Anfahrens ist die Masse zu beschleunigen und der Zugwiderstand zu überwinden. Letztere Leistung sei E_1; sie wird wegen der fortwährenden Änderung von V in folgender Weise bestimmt. Die ganze Arbeit ist bei unveränderlichem p bekanntlich ps, folglich ist dies die Summe von Beschleunigungs- und Widerstandsarbeit: $E = ps = M\frac{v^2}{2} + E_1$, also

Gl. X . . . . . $$E_1 = M\frac{v_2}{2} - ps$$

Wäre die ganze Strecke mit der vollen Endgeschwindigkeit durchfahren, wie bei einem Eilzuge auf zweigleisiger Bahn, so wäre die Widerstandsarbeit $E_1' = 0{,}1$ Vs.

Wäre nun für jeden Zwischenwert der Geschwindigkeiten von 0 bis V das Differenzial der Arbeit $0{,}1\ V_n ds$ gebildet, so bildet die aneinander gereihte Summe dieser Teilwerte die (s, v) Linie im Zehntelmafsstabe der Höhen und $E_1' = 0{,}1$ Vs ist in derselben Verkleinerung das entsprechende umgebende Rechteck. Das Verhältnis $\frac{E_1}{E_1'}$ gibt das Verhältnis der beiden

verkleinerten Flächen, somit der Flächen selbst, was man als den Völligkeitsgrad der Fläche zwischen der (s, v) Linie und der wagerechten Achse bezeichnen kann. Zusammenstellung XIII enthält die Werte der angeführten Gröfsen für p = 10 kg/t, M = 110, V = 10 bis 100 km/St. $p' = \frac{1}{1000} \cdot \frac{Mv^2}{2}$ gibt den Wert, den man zur Bestimmung der im vorigen Absatze behandelten Beschleunigungslinie braucht.

Zusammenstellung XIII.

Arbeitsaufwand zum Anfahren.

$V^{km}/_{St}$ =	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$M\frac{v^2}{2}$ mkg	425	1700	3820	6790	10600	15800	20800	27170	34400	42500
$p' = 0{,}001\ M\frac{v^2}{2}$ kg . .	0,425	1,7	3,82	6,79	10,6	15,8	20,8	27,17	34,4	42,5
ps mkg	440	1950	4770	9420	16300	26730	42490	68420	—	—
E_1 mkg	15	250	950	2630	5700	11230	21690	41250	—	—
$E_1' = 0{,}1$ Vs mkg . . .	44	380	1330	3770	8150	16040	29740	54710	—	—
$\frac{E_1}{E_1'}$	—	0,66	0,70	0,70	0,70	0,71	0,73	0,75	—	—

Das Verhältnis $\frac{E_1}{E_1'}$ beginnt bei 0,66, bleibt in der Nähe von 0,7 und steigt mit der Geschwindigkeit ein wenig. Bekanntlich ist das Völligkeitsverhältnis der Parabel = 0,666. Hieraus ist ersichtlich, dafs die (s, v) Linie sich der Parabel um so mehr nähert, je kleiner V ist. Weil ferner alle (s, v) Linien einander ähnlich sind, so wird die Annäherung an die Parabel um so gröfser, je gröfser p wird. Man kann also mit grofser Annäherung für die gebräuchlichen Werte von p und V $\frac{E_1}{E_1'} = 0{,}7$ setzen.

Die während des Anfahrens geleistete Arbeit ist somit

$$E = M\frac{v^2}{2} + 0{,}07\ Vs = 4{,}25\ V^2 + 0{,}07\ Vs.$$

Vergleicht man diese Arbeit mit der einfachen Widerstandsarbeit bei Zurücklegung der Strecke mit der vollen Geschwindigkeit V, so erhält man das Mafs e des Mehraufwandes durch Anfahren

Gl. XI) . $e = \frac{4{,}25\ V^2 + 0{,}07\ Vs}{0{,}1\ Vs} = 42{,}5\frac{V}{s} + 0{,}7,$

also für . V = 50, 60, 70, 80 km/St
die Werte . e = 2,0, 1,7, 1,4, 1,2

woraus die grofse Mehrleistung der Lokomotive während des Anfahrens folgt. Da $\frac{V}{s}$ für eine Linie gleicher Fahrzeit unveränderlich bleibt, also auch e, so sind diese Werte für die entsprechenden Geschwindigkeiten bei anderen Zugkräften ebenfalls mafsgebend. Hieraus folgt, dafs der Arbeitsaufwand e bei gleichen Geschwindigkeiten um so gröfser wird, je gröfser p ist.

Der Wert e_1 der Mehrarbeit bezogen auf die ganze Strecke S_1 zwischen zwei Stationen ergibt sich mit:

Gl. XII) . . . . . . $e_1 = e\frac{s}{S_1}$.

Die Mehrarbeit wird also vergleichsweise um so gröfser, je kleiner der Stationsabstand ist. Schliefslich mufs noch berücksichtigt werden, dafs die Lokomotive während des Anfahrens mit ungünstigen Füllungsgraden fahren mufs, wodurch die Kesselleistung noch weiter gesteigert wird.

Untersuchung der Geschwindigkeitslinien.

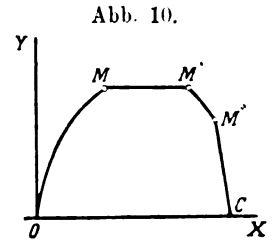
Aus den bisherigen Untersuchungen geht hervor, dafs die Lokomotive beim Anfahren in der Regel bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit, ja selbst darüber hinaus beansprucht wird. Man kann daher umgekehrt aus den Anfahrlinien die Leistungsfähigkeit der Lokomotive beurteilen, und zwar mittels der jetzt bei Berg- und Personenzug-Lokomotiven ziemlich allgemein eingeführten Geschwindigkeitsmesser. Diese liefern in der Regel einen Papierstreifen, auf dem Geschwindigkeit und Zeit verzeichnet sind, somit eine (t, v) Linie, deren Höhen V und deren Längen t darstellen.

Zunächst mufs der Genauigkeitsgrad dieser Linie in folgender Weise bestimmt werden.

Ein Flächenstreifen der in Textabb. 10 dargestellten Linie OMM'M''C ist

$$dF = Vdt = ds,\ \text{folglich}\ F = \int Vdt = \text{Fläche OMM'C} = s.$$

Abb. 10.



Die von der Geschwindigkeitslinie und der wagerechten Achse eingeschlossene Fläche entspricht der zurückgelegten Strecke.

Wäre die Linie eine Wagerechte und V = 60 km/St, so würden wir in je 60 Sek. 1 km zurücklegen. Die Fläche dieses Streifens betrüge 60 × 60 = 3600 km/Sek. Die Länge der Strecke in km beträgt:

Gl. XIII) . . . . . $S = \frac{F}{3600}$

Bei den hier verwendeten Geschwindigkeitsmessern beträgt die Höhe für je 10 km Geschwindigkeit 4,5 mm und die Länge für je eine Minute 4 mm, somit entsprechen 3600 km/Sek. 6 × 4,5 × 4 = 108 qmm, also ist $S = \frac{F^{qmm}}{108}$.

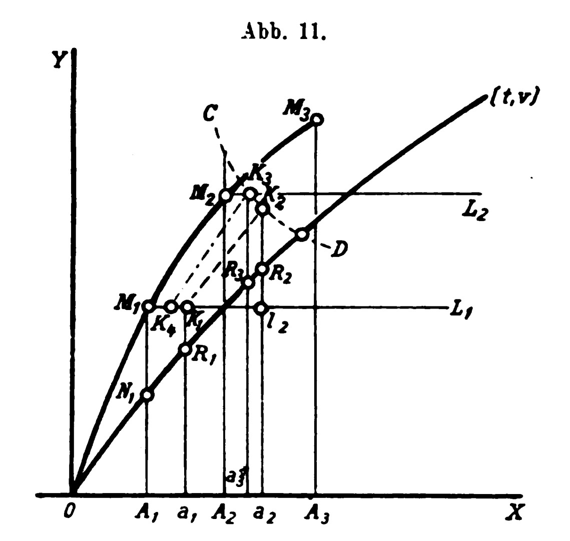
Erhält man zwischen zwei Stationen, deren Abstand bekannt ist, die Fläche des Streifens F', so ist danach die Entfernung $S' = \frac{F'}{108}$, und $\frac{S' - S}{S} = c$ gibt das Mafs der Genauigkeit des Geschwindigkeitsmessers.*)

Bei der Untersuchung der Geschwindigkeitsmesser findet man bezüglich des Zeitmafses selten eine gröfsere Abweichung, als 1,0 %, ja diese ist durch genaue Einstellung des Ankers leicht unter $^1/_2$ % herabzudrücken. Man kann daher die durch Flächenausmessung ermittelte Abweichung als Fehler der Geschwindigkeit betrachten. Dieser beruht teilweise darauf, dafs der Triebraddurchmesser von dem zu Grunde gelegten abweicht, teils liegt er in der Ungenauigkeit des Mefswerkes selbst. Bei zahlreichen Versuchen auf einer Prüfvorrichtung hat sich die Abweichung stets als in geradem Verhältnisse zur Geschwindigkeit stehend ergeben. Sollte sich aufser diesem im Mafse der Geschwindigkeit wachsenden Teile auch ein unveränderlicher Fehler finden, so wäre dies ebenfalls zu berücksichtigen.

Ist der Fehler des Messwerkes durch Flächenermittelung festgestellt, und danach die berichtigte Linie $OM_1M_2M_3$ in Textabb. 11 ermittelt, die offenbar zwischen den Punkten OM_1, M_2, M_3 drei verschiedenen p entspricht, so ziehe man von O aus die (t, v) Linie O (t, v) für $p = 10$. Wird die Höhe durch M_1 gezogen, so schneidet diese die wagerechte Achse im Punkte A_1, die (t, v) Linie in N_1, und die Zugkraft für den Teil OM_1 ist $p = 10 \frac{M_1A_1}{N_1A_1}$.

Um das p für den Teil M_1M_2 zu finden, ziehe man durch dessen Endpunkte die Wagerechten M_1L_1 und M_2L_2, ferner durch M_2 die Höhe M_2A_2 und suche auf den (t, v) Linien, durch welche die einzelnen Punkte der Wagerechten M_1L_1 gehen, die Punkte, die sie von ihrem Ausgangspunkte auf M_1L_1 aus in der Zeit A_1A_2 zurücklegen. Ist beispielsweise $k_1l_2 = A_1A_2$, zieht man die Höhen a_1 und a_2, welche die Linie O (t, v) in R_1 und R_2 schneiden und bestimmt den Punkt k_2 auf der Höhe durch l_2 derart, dafs $\frac{k_2a_2}{R_2a_2} = \frac{k_1a_1}{R_1a_1}$ wird, dann liegen die Punkte k_1 und k_2 auf einer (t, v) Linie, deren $p = 10 \frac{k_1a_1}{R_1a_1}$ ist, und k_1k_2 wird bei diesem p in der Zeit $a_1a_2 = A_1A_2 = k_1l_2$ zurückgelegt.

Abb. 11.



Auf diese Weise folgt die Linie CD, deren Punkte von der Wagerechten M_1L_1 aus in der Zeit A_1A_2 erreicht werden; ihr Schnittpunkt k_3 mit der Wagerechten M_2L_2 gibt die (t, v) Linie k_3k_4, die in derselben Zeit von der Geschwindigkeit M_1A_1 beginnend die Geschwindigkeit M_2A_2 erreicht, und somit mit dem Teile M_1M_2 übereinstimmt. Die Zugkraft für diesen Teil wäre dann $p = 10 \frac{k_3a_3}{R_3a_3}$. In ähnlicher Weise bestimmt man die Zugkräfte für die übrigen Teile der Linie.

*) Vergl. Organ 1903, S. 181, 1903, S. 199 und 1903, S. 221.

Abmessungen gekröpfter Lokomotivachsen.

Von **Zimmermann**, Maschinen-Inspektor in Karlsruhe.

In § 74 der Technischen Vereinbarungen sind über die Abmessungen der Achsen von Personen-Gepäck-Postwagen, sowie von Güterwagen und auch Tendern Bestimmungen getroffen. Die Festsetzung der Abmessungen von Lokomotivachsen bleibt jedoch den einzelnen Eisenbahnverwaltungen überlassen, obwohl für Laufachsen von Lokomotiven und für Achsen von Lokomotivdrehgestellen ähnliche Bestimmungen, wie für Achsen von Personenwagen oder Tendern getroffen werden könnten.

Um die Abmessungen der Trieb- und Kuppel-Achsen festsetzen und deren Beanspruchung richtig beurteilen zu können, empfiehlt sich zeichnende Berechnung*), namentlich für die gekröpften Achsen der Lokomotiven mit innenliegenden Zylindern. Die englischen und französischen Eisenbahnverwaltungen haben schon längere Zeit als die deutschen Lokomotiven mit innenliegenden Zylindern, auch solche für Verbundwirkung mit drei und vier Zylindern im Betriebe.

*) Reuleaux, der Constructeur, 3. Auflage, 1869, S. 497.

Die inneren Kurbeln der gekröpften Achsen wurden als Kreisscheiben hergestellt und oft noch mit Schrumpfringen versehen. Auch wurde bisweilen die gekröpfte Achse in der Mitte gelagert.

In die Ausbohrung der inneren Triebzapfen wurden Stahlbolzen eingesetzt.

Seit mehreren Jahren sind auch in Baden Lokomotiven mit innenliegenden Zylindern, auch Vierzylinder-Lokomotiven, in Betrieb. Die ersten Achsen hatten Doppelscheibenkurbeln ohne Schrumpfringe und ohne Bolzen in den inneren Triebzapfen. Da die Beobachtung an den inneren Hohlkehlen der Scheibenkurbeln sehr erschwert war, wurden die inneren Scheibenkurbeln weggelassen und auf Veranlassung von de Glehn in Grafenstaden der Schrägbalken eingeführt.

Es waren in den Hohlkehlen Anrisse und Anbrüche eingetreten, die zur Beseitigung der Achsen führten. Der Stoff der aufgeschossenen und dann gewaltsam durchgebrochenen Achsen er-

wies sich als gut; auch zeigten die daraus genommenen Probestäbe die verlangten Festigkeits- und Dehnungsziffern. Die Anrisse wurden auf eine Überanstrengung der Achsen durch die fortdauernden Stöfse zurückgeführt. Die glatten Kuppelachsen, welche denselben Belastungen und Stöfsen ausgesetzt waren, zeigten keine Anbrüche. Die Verstärkung der Zapfen und der Kurbelscheiben, die Einführung des Schrägbalkens und die gröfsere Abrundung in den Hohlkehlen wurden auf Grund von Berechnungen als Mittel gegen das Entstehen der Anrisse durchgeführt.

Das aus der zeichnerischen Berechnung erhaltene Momentbild gibt uns einen Anhaltspunkt dafür, welche Abnutzung der Lager- und Triebzapfen zugelassen werden darf.

Eine französische Verwaltung gibt eine Abnutzung von 6 % der ursprünglichen Zapfenstärke, eine Verlängerung der Lagerzapfen um 10 mm, eine Erweiterung des Abstandes der Kurbelarme um 5 mm zu.

Eine andere französische Eisenbahnverwaltung gestattet eine Abnutzung der Triebzapfen um 10 mm, der Lagerzapfen um 10 bis 20 mm, je nach der Beanspruchung des Zapfens einerseits auf Druck, anderseits auf Biegung, wenn der Zapfen als eingespannt betrachtet wird.

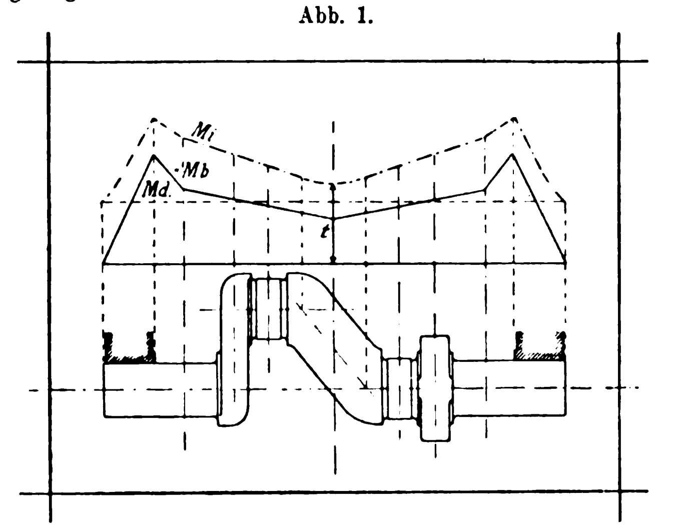
Eine gewisse Zuverlässigkeit für genügende Festigkeit der Achsen wird man erhalten, wenn man auf Grund der Berechnung bestimmte Mindestmafse für die Zapfenstärke, etwa Abnutzung der Lagerzapfen von 190 mm bis 177 mm, der Treibzapfen von 210 mm bis 195 mm festsetzt und nach bestimmten Lauflängen die Achsen in der Werkstätte untersucht. Selbstverständlich müssen die Angestellten angewiesen sein, sich auch nach jeder Fahrt von dem gutem Zustande der Hohlkehlen der Trieb- und Lager-Zapfen zu überzeugen.

Das Abdrehen der Zapfen darf nur in einer und derselben Werkstätte geschehen, damit die eingeschulten Arbeiter die Zapfen genau auf Haarrisse untersuchen.

Auch mufs jeweils der Abstand der Kurbelscheiben genau nachgemessen werden.

Für jede gekröpfte Achse ist, wie dies bei einer französischen Verwaltung geschieht, ein besonderer Beobachtungsbogen anzulegen, in den die Stärken der Zapfen vor und nach dem Abdrehen und die Lauflängen in zurückgelegten Kilometern eingetragen werden.

Abb. 1.



Bei der zeichnerischen Berechnung der gekröpften Triebachsen wird vorteilhaft folgender Rechnungsgang eingehalten:

a) Der Kräftemafsstab für den Kräfteplan ist 1 mm = 200 kg.
b) Der Polabstand p im Kräfteplan wird zu 500 mm gewählt.
c) Man zeichnet das Seileck M_1 für die lotrechte Beanspruchung, M_2 für die wagerechte, wenn erforderlich M_3 für die unter einem Winkel a schräg auf die Kurbelzapfen wirkenden Kräfte, und zwar das Seileck für jedes Biegungsmoment für sich auf und vereinigt die Biegungsmomente zum Gesammt-Biegungsmoment M_b.

Ferner wird das Drehmoment Md der Reibungskraft der Räder an den Schienen entsprechend eingezeichnet und dann mit dem Biegungsmomente M_b zu einem Rechnungs-Biegungsmoment M_i nach der Formel

$$M_i = {}^3/_8\, M_b + \frac{5}{8}\sqrt{M_b^2 + Md^2}$$

vereinigt.

Die lotrechte Höhe t mm dieser Momentfläche mit dem Polabstande multipliziert gibt die Gröfse des Momentes;

also $M_i = 200\ t \,.\, p = 200 \,.\, t \,.\, 500$ kg/mm

$M_i = t \,.\, 100\,000$ kg/mm.

Da auch $M_i = \frac{\pi}{32} d^3 \,.\, s$ (worin d = den Durchmesser der Achse und s = zulässige Beanspruchung in kg/mm bedeutet), so wird $t \,.\, 1\,000\,000 = d^3 \,.\, s$, wenn $\frac{\pi}{32} = \frac{1}{10}$ gesetzt wird.

Ist beispielsweise t = 86 mm; s = 10 kg/qmm, so wird $d^3 = 8\,600\,000$ mm und d = 205 mm.

Wird s = 12 kg/qmm genommen, so wird $\frac{t}{12} = \frac{86}{12} = 7{,}166$; $7166000 = d^3$.

Aus $d^3 = 7\,189\,057$ (in der Tabelle) folgt d = 193 mm.

Ist die Bruchfestigkeit 60 kg/qmm, so darf man bei dieser Art der Berechnung und bei Annahme hoher Belastungsziffern in der Rechnung vierfacher Sicherheit entsprechend bei Festsetzung der höchstzulässigen Abnutzung wohl bis s = 15 kg/qmm gehen. Die Achslänge wird zweckmäfsig im Mafsstabe 1 : 5 aufgezeichnet.

Für die lotrechte Belastung der Achse, welche während der Fahrt über die Schienenstöfse und durch Bögen, deren Überhöhung der Höhe der Fahrgeschwindigkeit nicht entspricht, ferner durch das Arbeiten der Maschine und das Schwanken des Kessels wesentlich höher beansprucht wird als in ruhendem Zustande, wählt man Q = 1,3 bis 1,4 der ruhenden Belastung P.

Ist P = 14 t, so wird Q zu 19 bis 20 t angenommen.

Die in wagerechter Richtung auf die Spurkränze, namentlich beim Schlingern und bei der Fahrt durch Bögen, wirkende Kraft H wird zu 0,4 Q angenommen; bei Q = 19 bis 20 t, wird also H = 7,5 bis 8 t eingesetzt.

Q und H werden als in dem über der Achse liegendem Punkte der Lokomotivschwerlinie angreifend angenommen und zu einer Mittelkraft vereinigt.

Die aus deren Zerlegung folgenden Zug- und Druckkräfte in der Längsrichtung der Achse können hier aufser Betracht

bleiben, sodafs für das lotrechte Biegungsmoment M_1 eben nur lotrechte Kräfte verbleiben.

Die Bestimmung der übrigen Biegungsmomente richtet sich nach der Bauart der Lokomotive. Für 2/4 gekuppelte Lokomotiven mit zwei innenliegenden Zylindern erhält man ein wagerechtes Biegungsmoment M_2 durch den höchsten Kolbendruck auf die wagerechte Kurbel infolge der Zusammendrückung des Dampfes am Ende des Hubes oder ein Biegungsmoment für die Kurbelstellung, in welcher der eine Zylinder bei Anfahrt eben Frischdampf erhält. Auf den Kuppelzapfen wirkt eine vom Zapfen des Kuppelrades durch die Kuppelstange wirkende gleichgrofse Gegenkraft.

Ein weiteres Biegungsmoment M_3 ergibt sich durch den Kolbendruck auf die nach oben oder unten stehende Kurbel. Diese Kraft kann gewöhnlich nicht gröfser werden, als der Reibung der Räder auf den Schienen entspricht. Indes ergibt sich infolge der Beschleunigung der hin und hergehenden Massen beim Angreifen der Triebräder an den Schienen nach dem Radschleudern doch ein plötzlicher erhöhter Kolbendruck, der sich aus dem Beschleunigungsdrucke ableiten läfst.

Da das Biegungsmoment M_3 auf die Gröfse des ganzen Momentes keinen wesentlichen Einflufs mehr ausübt, kann man der Einfachheit halber den Schubstangendruck dem gröfsten Kolbendrucke gleich annehmen.

Bei Vierzylinder-Lokomotiven mufs nun bei Bestimmung der weiteren Biegungsmomente — das lotrechte ausgenommen — unterschieden werden, ob die vier Triebstangen auf eine oder zwei Achsen wirken, ob die Hochdruckzylinder innerhalb oder aufserhalb des Rahmens liegen, ob mit den Hochdruckzylindern oder mit den Niederdruckzylindern angefahren wird, und unter welchen Winkeln die Kurbeln zu einander stehen.

Für jede einzelne Bauart mufs das in wagerechter oder wenigstens nahezu wagerechter Richtung wirkende, aus den verschiedenen Kolbendrücken folgende gröfste Biegungsmoment in die zeichnerische Berechnung eingesetzt werden.

Das gröfste in Rechnung zu setzende Drehmoment ergibt sich aus der Reibung der Trieb- und Kuppel-Räder an den Schienen.

Durch Zusammensetzung der verschiedenen gröfsten Momente erhält man nun ein Rechnungs-Biegungsmoment, das einen wesentlich gröfseren Wert aufweist, als er der Wirklichkeit entspricht, da die einzelnen gröfsten Momente nicht in demselben Augenblicke auftreten.

Aus diesem Grunde darf man auch mit der Beanspruchung des Materials bis 15 kg/qmm gehen und sich mit vierfacher Sicherheit begnügen. Die Spannungen der Kurbelarme werden aus den bei der Berechnung der Achse sich ergebenden Momenten ebenfalls zeichnerisch festgestellt. Die bei der Berechnung des lotrechten Biegungsmomentes M_1 vernachlässigten wagerechten Kräfte müssen bei der Festsetzung des Biegungsmomentes der Kurbelarme berücksichtigt werden. Die Arme sollen bei genügender Stärke noch elastisch sein. Die Beanspruchung in der Richtung der Achse ist, in Hinblick auf die durch einen Teil des Lokomotiv-Gewichtes seitlich wirkende Kraft erheblich und kommt namentlich an dem Übergang des Triebzapfens in den Kurbelarm zum Ausdrucke. Einen günstigen Einflufs hat die Weglassung der zweiten Scheibenkurbel und die Einführung des Schrägbalkens gehabt.

Aus der Berechnung ergibt sich:

a) Je tiefer die Schwerlinie der Lokomotive liegt, um so gröfser wird bei Beibehaltung einer gleich grofsen Seitenkraft das lotrechte Biegungsmoment M_1 für die Triebachsen. Die Lage des Schwerpunktes ist aber ohne Einflufs auf die Gröfse des Biegungsmomentes, wenn keine Seitenkraft auftritt.

b) Das lotrechte Biegungsmoment M_1 nimmt ganz besonders mit wachsender Seitenkraft zu.

Daraus geht hervor, dafs die Triebachsen um so weniger beansprucht werden, je höher der Lokomotivschwerpunkt liegt, und je geringer der Seitendruck auf den Radreifen ist. Durch langen Achsstand wird dem regelmäfsigen Schlingern vorgebeugt; infolge leichterer Beweglichkeit der Achsen in der Seitenrichtung wird beim Bogenlaufe ein leichteres Ablenken von der äufsern Schiene erzielt, in beiden Fällen also der Seitendruck vermindert und damit die Beanspruchung der Triebachsen und Kurbelarme vermindert.

Vereins-Angelegenheiten.

Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure.

Preis-Ausschreiben.

Der Verein bestimmt 8000 M für ein Preis-Ausschreiben betreffend die Untersuchung über die Bedingungen des ruhigen Laufes von Drehgestellwagen für Schnellzüge.

Es soll untersucht werden, wie Drehgestellwagen gebaut sein müssen, um bei den nach der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Ordnung zulässigen gröfsten Geschwindigkeiten auf gutem Gleise ruhig, das heifst so zu laufen, dafs bei der Fahrt auf gerader Strecke die Schwingungen des Wagenkastens um seine drei Schwerpunkts-Hauptachsen, sowie die Verschiebungen seines Schwerpunktes um die Mittellage möglichst gering sind, und dafs sich ferner das Befahren der Krümmungen möglichst stofs- und schwingungsfrei vollzieht.

Bei der Betrachtung ist zunächst vorauszusetzen, dafs in den Achssätzen keine freien Fliehkräfte auftreten, der Schwerpunkt des Wagenkastens senkrecht über der Mitte der Verbindungslinie der Drehzapfenmittelpunkte liegt und die Schwerpunktssenkrechte jedes Drehgestelles durch dessen Drehpunkt geht.

Weiter ist zu prüfen, welchen Einflufs Abweichungen von diesen Voraussetzungen und bauliche Mängel im Gefüge des

Gleises: weite Schienenlücken, ungenügende Verlaschung und dergleichen auf den Lauf des Wagens haben, wobei auch die zufälligen Änderungen des Gewichtes und der Schwerpunktslage des Wagens bei wechselnder Besetzung, beispielsweise bei Speisewagen in Betracht zu ziehen sind. Der Einflufs der Abnutzung und mangelhaften Unterhaltung des Wagens und des Gleises auf den Lauf des Wagens ist nachzuweisen.

Unter Benutzung der auf diese Weise gewonnenen Grundlage sind allgemeine Grundsätze für den Bau von Drehgestellwagen aufzustellen und an Entwurfskizzen zu erläutern. Es ist ferner zu prüfen, ob und welche Änderungen der bei einigen gröfseren deutschen Eisenbahnverwaltungen gebräuchlichen Vorschriften für das Verlegen der Gleise empfohlen werden können.

Die Untersuchung ist mit möglichst weitgehender Zuhülfenahme der Rechnung und Zeichnung durchzuführen. Ihre Ergebnisse sind mit den Erfahrungen an vorhandenen Wagen zu vergleichen. Um die Arbeit zu erleichtern, hat der Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure eine Zusammenstellung ausgeführter Drehgestelle anfertigen lassen, die vom Verlage der Zeitschrift: »Glasers Annalen«, Berlin S.W., Lindenstrafse 80, bezogen werden kann. In dieser Zeitschrift findet sich in der Nummer vom 15. Juni auch die Veröffentlichung des Preisausschreibens nebst einigen näheren Erläuterungen.

Die Arbeiten sind in deutscher Sprache abzufassen und bis zum 2. Januar 1907 mittags 12 Uhr bei der Geschäftstelle des Vereines Deutscher Maschinen-Ingenieure, Berlin S.W., Lindenstrafse 80, einzureichen, von wo auch der genaue Wortlaut des Preisausschreibens zu beziehen ist. Jede Preisarbeit ist mit einem Kennworte zu versehen. In einem gleichzeitig einzureichenden verschlossenen Briefumschlage, der aufsen das Kennwort trägt, ist der Name der Bearbeiter anzugeben. Es ist zulässig, dafs mehrere Bearbeiter gemeinschaftlich eine Lösung einreichen.

Das Ergebnis des Preisausschreibens wird spätestens in der April-Versammlung des Jahres 1907 verkündet.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Preis-Ausschreiben.

Der Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin hat zum 1. Februar 1906 zwei Preisausschreiben zur Bearbeitung gestellt:

I. Untersuchung über die zweckmäfsigste Gestaltung der Anlagen für die Behandlung der Stückgüter auf Bahnhöfen.

II. Die Bedeutung des Betriebskoëffizienten als Wertmesser für die Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes.

Als Preise sind für die erste Aufgabe 500 M, für die zweite 1000 M ausgesetzt.

Der ausführliche Wortlaut der Aufgaben mit den näheren Bedingungen ist von der Geschäftstelle des Vereines, Berlin W. 66, Wilhelmstrafse 92/93 zu beziehen.

Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik.

IV. Kongrefs des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik.

Nachdem der IV. Kongrefs, dessen Abhaltung in Petersburg im Jahre 1904 vorgesehen war, in Rücksicht auf die Kriegswirren vertagt wurde,*) hatte der Vorstand für das Jahr 1905 Brüssel in Aussicht genommen. Auf Wunsch der belgischen Regierung mufste jedoch eine Verschiebung der Sitzung auf das Jahr 1906 stattfinden.

*) Organ 1904, S. 133.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Universal-Winkel-Mefswerkzeug.

(Schweizerische Bauzeitung 1904, XLIV, Oktober, S. 186. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 5 bis 9 auf Tafel XLIV.

Die in den Abb. 7 bis 9 auf Taf. XLIV dargestellte Vorrichtung von den beim Baue des Simplontunnels tätigen Ingenieuren Mayer und Wiesmann ist nicht für feinere geodätische Arbeiten bestimmt, soll vielmehr in erster Linie zur Aufnahme von Querschnitten im Tunnelbau dienen, und hier die umständliche Ausmessung etwa mittels Schnüren, Setzlatten, Mefsband durch ein Verfahren ersetzen, das weniger Zeit erfordert und im beengten Raume die Arbeit weniger stört.

Nachdem der Punkt C (Abb. 5, Taf. XLIV) durch eine Lampe bezeichnet ist, wird der Winkelmesser über dem Punkte A in der Entfernung $AB = L$ vom Querschnitte aufgestellt. Die Mitte sei A_1, die wagerechte Sehlinie in der Richtung von AB heifse $A_1 B_1$. Durch Einstellen auf Punkt C ergeben sich, wenn der wagerechte Winkel α, der lotrechte β genannt wird, die Beziehungen:

$$B_1 C_1 = b = L \operatorname{tg} \alpha$$
$$\text{und } C C_1 = h = L \,.\, \sec \,.\, \alpha \,.\, \operatorname{tg} \beta.$$

Das Mefswerkzeug ist so eingerichtet, dafs statt der Bogengrade die trigonometrische Tangente und Sekante des wagerechten und die Tangente des lotrechten Winkels innerhalb der nötigen Grenzen genau abgelesen werden können. Wählt man bei dem Verfahren für die Länge L ein rundes Mafs, so wird die Ausrechnung der Koordinaten der Querschnittspunkte äufserst einfach. Zur Darstellung von Tangente und Sekante dient eine einfache Schlitzführung. Man denke sich eine Gabel a und eine zur Nullstellung der Gabel rechtwinkelige Führung b (Abb. 6, Taf. XLIV). In beiden Schlitzen läuft ein zweiteiliger mit einem runden Zapfen f versehener prismatischer Stift d so, dafs sich die beiden Prismen gegeneinander drehen können.

Dreht sich die Gabel um den Mittelpunkt c, so beschreibt das eine Prisma die trigonometrische Sekante, das andere die Tangente des Drehwinkels. Statt der Gabel ist in der Alhidade ein Strahlschlitz und im Limbus ein solcher rechtwinkelig zum Halbmesser der Nullstellung angebracht. Für praktische Zwecke genügt ein Ausschlag, dessen Tangente 0,5 beträgt. Eine gleiche Einrichtung ist mit der Bewegung in der Lotrechten verbunden. Neben den Vorrichtungen zum Ablesen der trigonometrischen Werte können noch je ein mit Winkelteilung versehener wagerechter und ein lotrechter Kreis angebracht werden, dann sind auch solche Arbeiten ausführbar, zu denen andernfalls ein Theodolith erforderlich sein würde. Die Benutzung des Meſswerkzeuges beim Nivellieren wird dadurch sehr erleichtert, daſs der Träger allein für sich drehbar ist; die wagerechten Kreise bleiben dann in Ruhe. Der Träger kann mit der Alhidade durch eine Klemme mit Mikrometerschraube fest verbunden werden, sodaſs die Wiederholung und das feine Einstellen auf den Gegenstand dahin verlegt ist. Die Alhidade trägt zwei Nonien für die Winkelteilung des wagerechten Kreises zur Ablesung einer Minute, einen besondern Arm mit Nonius für die Bogenteilung und gegenüberliegend einen zweiten Arm mit Gabel mit der Teilung für die Sekante des wagerechten Winkels, ferner eine Klemme, um die Alhidade mit dem Limbus zu verbinden. Die feine Einstellung auf den Nullpunkt der drei wagerechten Teilungen oder auf einen beliebigen Teilstrich wird ebenfalls durch die Mikrometerschraube bewirkt. In der Gabel (Abb. 6, Taf. XLIV) läuft das zweiteilige Prisma; dessen oberer Teil trägt zwei Nonien für die Sekante, der untere einen doppelten Nonius für die Tangente. Die beiden Prismen sind durch eine Schraube mit zylindrischem Ende drehbar miteinander verbunden, die auſser Eingriff gebracht werden kann, damit sich die Alhidade für die Benutzung des Winkelkreises frei drehen läſst.

Der Limbus ist in erster Linie mit einem in 360 Grade eingeteilten wagerechten Kreise versehen, ferner hat er zwei Arme für die Bogen- und Tangententeilung. Der Fuſs ermöglicht genaue Aufstellung, die wie folgt bewirkt wird: Zunächst dreht man den Schlitten so, daſs dessen Mittellinie durch den Aufstellungspunkt geht. Hierauf wird der Schlitten soweit verschoben, daſs die Achse genau über dem Punkte steht. Der lotrechte Winkel wird durch die schon beschriebene Vorrichtung nur durch seine Tangente bis zu einem Ausschlage von 0,6 gemessen. Das Fernrohr ist zum Durchschlagen eingerichtet. Das Weitere zeigen die Abbildungen 7 bis 9 auf Tafel XLIV. Auſser zur Aufnahme von Querschnitten kann die Tangenteneinteilung des lotrechten Winkels zum Messen von Entfernungen und die Bogenteilung zum Abstecken von Kreisbogen benutzt werden.

Die Quelle gibt Beispiele tachymetrischer Aufnahmen mittels der Tangenteneinteilung des lotrechten Winkels, die für Höhenmessungen die Ablesung von zwei verschiedenen Höhenwinkeln erfordern. Namentlich im Tunnel, wo es schwer ist, die Nivellierlatte auf eine gröſsere Länge zu beleuchten, ist dieses Verfahren mit groſsem Vorteile zu verwenden. Die Quelle gibt ferner Beispiele von Querschnittaufnahmen im Tunnel und in einem Steinbruche. —k.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Heepe's „Topophon"*).

Hierzu Zeichnung Abb. 10 auf Tafel XLIII.

Die Vorrichtung soll unter allen Umständen, also auch bei wegen schlechter Witterung geschlossenen Fenstern, die Hörbarkeit der Auſsengeräusche und Signale sichern. Sie dient zugleich zur Luft- und zur Schall-Zuführung in der Weise, daſs der Hörer auch bei geschlossenen Fenstern sowohl frische Atemluft erhält, als auch die Vorgänge des Auſsendienstes mit dem Ohre beobachten kann, aber gegen Zugluft geschützt bleibt.

Wie Abb. 10, Taf. XLIII zeigt besteht der die Schallwellen aufnehmende Teil aus einem Schalltrichter a, welcher mit einer siebartig, mit kegelförmigen Löchern versehenen Platte b verbunden ist. Die kegelförmigen Löcher sind in abwechselnden Reihen derart gebohrt, daſs die Spitzen der Kegel abwechselnd nach der einen oder andern Seite der Platte gerichtet sind. An dieser Platte b ist der im Innern des Gebäudes liegende Teil mittels Schraubenbolzen derart befestigt, daſs sich der vorspringende Rand c auf einer elastischen Zwischenlage derart gegen die Fensterscheibe legt, an welcher die Vorrichtung befestigt ist, daſs ein dichter Abschluſs zwischen dem Rande c und dem Schalltrichter erzielt wird. Dicht hinter der Siebplatte b befindet sich in einem rohrartigen Ansatz eine Scheidewand e mit Öffnungen f. Diese Öffnungen können durch eine drehbare Scheibe g, welche mit gleichartigen Öffnungen versehen und mittels eines Bolzens h an der Scheidewand e drehbar befestigt ist, verdeckt oder freigelegt werden, sodaſs hierdurch der Luft- und Schallwellendurchlaſs geöffnet oder geschlossen werden kann. Hinter der Scheidewand e sind am Umfange des rohrförmigen Ansatzes zwei um 180° gegeneinander versetzte trichterförmige Rohransätze i angebracht, welche den Eintritt der Luft- und der Schallwellen gestatten. Dadurch, daſs an der einen oder andern dieser trichterförmigen Öffnungen ein Hörrohr angebracht wird, läſst es sich ermöglichen, auch entfernt vom Fenster, in einem andern Stockwerke die Laute zu vernehmen. Der Abschluſs der Stirnwand des rohrförmigen Ansatzes wird durch eine Biegehaut k gebildet, welche nach auſsen hin durch ein Schutzgitter l abgeschlossen wird. Sie dient zur Schallverstärkung und Lautbarmachung der zugetragenen Geräusche im ganzen Dienstraume. —k.

*) Patent angemeldet.

Maschinen- und Wagenwesen.

Hahnsteuerung für Lokomotiven, Bauart Young.

(Railroad Gazette 1904, S. 516. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XLIV.

Diese Steuerung ist an einer 2/4 und einer 2/5 gekuppelten Lokomotive der Chicago- und Nord-West-Bahn angebracht und hat sich in längerm Betriebe gut bewährt.

Jeder Dampfzylinder ist mit zwei Corliss-Hähnen (Abb. 1 und 2, Taf. XLIV) ausgerüstet, welche in der üblichen Weise von einer Steuerscheibe angetrieben werden. Einlafs und Auslafs einer Zylinderseite werden von einem Hahne gesteuert und zwar gibt er doppelte Eröffnungen. Jeder Hahn hat eine grofse senkrechte Öffnung für den Auslafs und eine kleinere Queröffnung für den Frischdampf. Die Abdichtung gegen den Gehäusespiegel erfolgt durch vier Längsleisten, welche durch Federn nach aufsen gedrückt werden, und durch zwei Bogenstücke an jedem Ende, welche den Auspuff abschliefsen. Eiserne Zapfen sind an jedem Ende mit dem Hahn verkeilt.

Das Gehäuse hat nur einen abnehmbaren Deckel. Die Dampfdichtheit an der Stelle, wo die Spindel durch diesen tritt, wird in der Weise erzielt, dafs ein Anlauf auf der Spindel durch den Druck des Dampfes im Hahngehäuse gegen die Ausbüchsung des Halslagers geprefst wird, mit welchem er dampfdicht eingeschliffen ist.

In jedem Hahngehäuse ist eine Längsnut vorhanden, welche von dem Hahne in seiner äufsersten Stellung überdeckt wird. In diese tritt Frischdampf, entlastet den Hahn und verringert dadurch den Druck im Gestänge und die Abnutzung.

Nach Abb. 3 und 4, Taf. XLIV erfolgt der Antrieb der Steuerscheiben durch eine Stephenson-Schwinge. Von der Steuerwelle werden zwei Bewegungen abgeleitet. Gleichzeitig mit dem Verlegen der Schwingen erfolgt mittels besonderer Hebelübertragung ein Verlegen der Steuerscheibenmitten in senkrechter Richtung. Dadurch wird erreicht, dafs die Voreinströmung und die Vorausströmung mit abnehmender Füllung etwas gröfser werden.

Zu Vergleichszwecken sind mit einer Lokomotive mit Young-Steuerung, und einer sonst gleichen mit gewöhnlicher Kolbenschieber-Steuerung Versuche angestellt. Dabei haben die Dampfschaulinien der erstern bedeutend gröfsere Völligkeit und besonders niedrige Auspuffspannung gezeigt. Dem höhern Anschaffungspreise der Young-Steuerung soll eine Dampfersparnis von 28 % gegenüber stehen. P—g.

Die neueren Verfahren des Schweifsens, Verschmelzens und Lötens

behandelt ein Vortrag des Regierungsbaumeisters Peter im Vereine Deutscher Maschinen-Ingenieure*).

Schweifsen und Löten können nur unter gewissen Bedingungen vorgenommen werden. Zunächst müssen die Gesetze der mechanischen Kraftübertragung beobachtet werden. Namentlich ist dabei auf Form und Masse der zu verbindenden Körper zu achten; kleine Körper dürfen nicht an grofse und starre angeschlossen werden. Die Schweifsstelle mufs Dehnung und Zugfestigkeit aufweisen. Als Schweifswärme ist jede anzusehen, bei welcher das betreffende Metall teigig bleibt, ohne zu schmelzen, besonders das Eisen hat eine ausgeprägte Schweifswärme, andere Metalle erhalten sich nur sehr kurze Zeit auf Schweifshitze und gehen dann schnell in den flüssigen Zustand über; noch andere werden nahe dem Schmelzpunkte mürbe und zerreibbar. Das eigentliche Schweifsverfahren kann also nur für bestimmte Metalle angewendet werden, während die übrigen zusammengeschmolzen und gelötet werden müssen.

Das Zusammenschweifsen gewisser Metalle, die früher als unschweifsbar galten, ist erst durch das elektrische Schweifsverfahren möglich geworden; so können dem Strome ausgesetzte Stücke von Gufseisen, Bronze, Messing, Zinn und Zink durch einfaches Zusammenstauchen mit einander vereinigt werden. Ebenso können verschiedenartige Metalle mit einander verschweifst werden, beispielsweise Eisen mit Messing, Messing mit Kupfer, Messing mit Schweifseisen. Der Grund hierfür liegt in der feinen Wärmeregelung, die durch das elektrische Verfahren erreichbar ist.

Mechanische Schweifsverfahren sind: das Schweifsen mit Koksfeuer, das Wassergas-Schweifsverfahren, das Goldschmidtsche Thermit-Schweifsverfahren, das Schweifsen mit Metallflüssen, das Schweifsen mit der Knallgasflamme. Neuerdings sind in Frankreich mit gutem Erfolge Versuche mit einer Azetylen-Sauerstoffflamme gemacht.

Das elektrische Schweifsen und Löten besteht im wesentlichen darin, dafs die zu verbindenden Metallstücke mit Hülfe des elektrischen Stromes erwärmt und zusammengeknetet werden. Je nach der Beschaffenheit der Arbeitstücke ist das Verfahren verschieden:

1. Die zu bearbeitenden Metallstücke werden auf Schweifswärme gebracht und dann durch Zusammenstauchen, Hämmern oder Pressen verbunden: eigentliches Schweifsverfahren;
2. die Werkstücke werden an der Verbindungsstelle ins Schmelzen gebracht und auf diese Weise vereinigt: Schmelz- und Giefsverfahren;
3. die Metalle werden mittels eines andern Metalles vereinigt: Löten**).

Es gibt jedoch auch noch andere Verfahren, bei denen die Arbeitstücke nicht unmittelbar, sondern mittelbar durch den Strom erwärmt und darauf verbunden werden:

I. Die Arbeitstücke werden in die Nähe eines oder mehrerer Lichtbogen gebracht und so erwärmt;

II. sie werden mit einem Wärme abgebenden Stoffe umgeben, der seinerseits vom Strome erhitzt wird;

III. man erzeugt durch magnetische Wechselfelder in den Werkstücken Wirbelströme und bringt dadurch die gewünschte örtliche Erhitzung hervor.

*) Ausführlich in Glaser's Annalen.

**) Die Feststellung dieser Begriffe ist von Wert; vielfach wird heute auch das unter 2 und selbst unter 3 aufgeführte Verfahren als „Schweifsen“ bezeichnet.



Im wesentlichen kann man zwei Hauptarten unterscheiden: das Lichtbogen- und das Widerstandsverfahren. Von diesen beiden kommt das letztere fast immer bei Querschnitt-Schweifsungen in Betracht, während bei Längs-Schweifsungen oft und bei Ausbesserungen stets die Lichtbogen-Schweifsung benutzt werden kann.

Das Verhalten der Metalle ist bei den einzelnen Verfahren der elektrischen Schweifsung im allgemeinen dasselbe, doch üben Stromart, Stromrichtung und die Beschaffenheit der Elektroden nach Form und Stoff zuweilen Einflufs aus.

Werner von Siemens gebührt das Verdienst, den Lichtbogen zuerst zu diesen Zwecken benutzt zu haben. Dann folgten Benardos, Slavianoff, Coffin, Bettini, Legrange-Hoho, das Wirbelstromverfahren und die Verfahren von Dr. Zerener und von Thomson.

Die elektrischen Schweifsverfahren sind heute den mechanischen überlegen, insbesondere wenn Massenherstellung oder Behandlung von Querschnitten verwickelter Gestalt in Frage kommt.

Über die Verbrennung in der Lokomotiv-Feuerkiste.

(Railroad Gazette 1905, April, XXXVIII, S. 105.)

In einer Sitzung des Northwestern Railway Club wurde die Frage der Verbrennung in der Lokomotiv-Feuerkiste eingehend behandelt. Dort wurde gesagt, bei den neueren Lokomotiven könne durch den Rost keine genügende Menge Luft zugeführt werden, eine gröfsere Menge Luft über den Rost treten zu lassen sei nicht angängig. Eine vollkommenere Verbrennung sei bei den neueren Lokomotiven nur dadurch zu erreichen, dafs man die Stehbolzen mit einer Bohrung von 3 bis höchstens 5 mm versehe und durch diese die Luft treten lasse. Auf diese Weise werde genug Sauerstoff zugeführt, und gleichzeitig das Verbrennen der Stehbolzen vermindert. Die Bohrung der Stehbolzen würde durch die Blasrohrwirkung rein gehalten und das Auffinden von Stehbolzenbrüchen erleichtert.

—k.

Kranlokomotive.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1905, Band 49, Nr. 18, Mai, S. 751. Mit Abb.)

Es handelt sich um eine kräftige Verschiebe-Lokomotive, die gröfsere Lastzüge mit genügender Geschwindigkeit zu verschieben und auf Anschlufsstrecken zu befördern, aufserdem aber auf dem Werkhofe die Umladearbeiten vorzunehmen vermag. Als Gegengewicht für die Kranlast ist allein das Eigengewicht der Lokomotive ausgenutzt. Das Triebwerk des Kranes ist innerhalb des Führerhauses untergebracht und so den Einflüssen der Witterung entzogen. Durch übersichtliche Anordnung der Bedienungseinrichtung für Lokomotive und Kran wurde erreicht, dafs ein Mann den Kessel heizen, die Lokomotive führen und den Kran zu bedienen vermag.

Der verhältnismäfsig tief liegende gewöhnliche Lokomotivkessel wird bockartig durch ein aus starken Blechen und Winkeleisen zusammengenietetes Gestell umfafst, das sich auf den Rahmen stützt und oben die Kransäule trägt. Auf der rechten Seite befindet sich eine zweizylindrige, umsteuerbare Dampfmaschine zum Heben und Senken der Lasten, die mittels doppelten Zahnradvorgeleges die Trommelwelle antreibt; eine ebenfalls zweizylindrige Dampfmaschine auf der linken Seite bewirkt mittels Schnecke und Schneckenrades das Drehen der Kransäule. Damit der Führer seinen Stand auf beiden Seiten nehmen und seine Aufmerksamkeit auch dann der Last widmen kann, wenn diese etwa von einer Seite der Lokomotive auf die andere gebracht werden soll, sind die hauptsächlichsten Handgriffe für die beiden Dampfmaschinen beiderseits angeordnet. Die von der Lokomotivbauanstalt A. Borsig in Tegel für Regelspur gebaute Lokomotive hat folgende Hauptabmessungen:

Zylinderdurchmesser d	280 mm
Kolbenhub l	400 «
Triebraddurchmesser D	800 «
Dampfüberdruck p	12 at
Heizfläche H	38 qm
Rostfläche R	0,68 qm
Leergewicht einschliefslich Kran . . .	21,5 t
Dienstgewicht	26,5 «

—k.

Signalwesen.

Elektrischer Blockstab.

(Railroad Gazette 1904, Dezember, Band XXXVII, S. 660.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 2 bis 4 auf Tafel XLVI.

Der Blockstab berechtigt, einem Lokomotivführer eingehändigt, diesen zur Fahrt zwischen zwei Stationen, deren Namen auf dem Stabe eingeschrieben sind. Ein Zug, welcher mit dem zugehörigen Stabe von A nach B fährt, gibt den Stab in B ab und erhält einen andern, welcher zur Fahrt von B nach C berechtigt. Auf den Stationen befinden sich die Stäbe in einem Blockstabwerke. Ein solches elektrisches Blockstabwerk ist von der »Union Switch and Signal Company« neu eingeführt (Abb. 2, Taf. XLVI).

Die elektrischen Verbindungen zeigt Abb. 3, Taf. XLVI. Die Anordnung ist auf beiden Stationen dieselbe. Der von Station zu Station gehende Stromkreis ist gewöhnlich frei von Strom. Will der Beamte in A einen Zug nach B ablassen, so drückt er auf die Glockentaste 12 (Abb. 2, 3 und 4, Taf. XLVI), welche die Stellen bei w (Abb. 3, Taf. XLVI) schliefst, wodurch der in B ebenso, wie in seinem eigenen Werke, durch den Anzeiger 16 gehende Stromkreis geschlossen wird. Da die Stellen w in B offen sind, fliefst dort der Strom auch durch den polarisierten Anzeiger 17, dann durch Draht s und die Stellen b im Stromwender 11 nach der Glocke 14, dann durch Draht r, die Stellen b im Umschalter 10 und durch Draht p nach der Streckenleitung und zurück nach A.

Wenn in A und B alle Stäbe im Blockstabwerke liegen, wenn also kein Zug im Blockabschnitte ist, drückt B antwortend auf Taste 12 und hält sie fest, bis A Knebel 9 (Abb. 2 und 4, Taf. XLVI) dreht. Durch das Drehen des Knebels 9 in A drückt Daumen 8 (Abb. 4, Taf. XLVI) auf das linke Ende des Hebels 7 und hebt die Stange 5, welche den Anker 4 an den Magneten 3 bringt und hebt auch Schlofs 6, wodurch Stift a in Rad 2 freigegeben und Rad 2 ausgelöst wird. Zugleich wird der andere Stift in Rad 2 durch das untere Ende des Hebels 7 gehemmt, und das Rad kann erst bewegt werden, nachdem Hebel 7 in seine Grundstellung zurückgefallen ist.

Der Beamte in A hält daher den Knebel 9 nicht fest, sondern läfst ihn sogleich wieder los und Arm 7 fällt zurück; aber Anker 4 wird durch die Magneten festgehalten. Wenn A Anker 4 hebt, bewegt er den Stromwender 11, sodafs der durch Draht x (Abb. 3, Taf. XLVI) und die Ortswickelung 360 des Magneten gehende Stromkreis geschlossen und zugleich der durch Draht 7 und die Glocke fliefsende Strom geöffnet wird. Hierdurch wird der von B kommende Strom von der Glocke nach der Streckenwickelung 88 des Schliefsmagneten geleitet. Auf diese Weise erregt dieser Strom bei Schlufs der Stellen w in B beide Wickelungen von 3, sodafs sie zusammen den Anker 4 festhalten. Die rote Scheibe 18 (Abb. 2, Taf. XLVI) ist weifs geworden und zeigt dadurch an, dafs ein Stab herausgenommen werden kann.

A hebt jetzt einen Stab 1 (Abb. 2, Taf. XLVI) an die Scheibe D_2, dreht diese mit ihm halb herum und zieht ihn aus der obern runden Öffnung heraus.

Die Beziehung des Hebels zum Rade 2 zeigt Abb. 4, Taf. XLVI. Der Stift a wird frei gegeben, sobald Hebel 6 soweit gehoben ist, dafs die gestrichelt angegebene Führung, welche in die Rückseite des Hebels eingeschnitten ist, sich gegenüber dem Stifte befindet. Die Betätigung der Scheibe 18 (Abb. 2, Taf. XLVI) durch Hebel 7 und Schlofs 6 zeigt ebenfalls Abb. 4, Taf. XLVI. Stange 18 wird durch Hebel 7 und Stange 18a durch Schlofs gehoben; und die auf der Achse b sitzende Scheibe wird bewegt, wenn die Führungen in den beiden Stangen beide in die richtige Lage gebracht worden sind, um Stift c freizugeben.

Das Herausziehen eines zweiten Stabes auf einer Station ist unmöglich, weil der oben beschriebene Vorgang erst wiederholt werden kann, nachdem der eben herausgenommene Stab entweder in das Fahrstabwerk in A oder in B eingelegt worden ist. Wenn in A oder in B ein zweiter Stab bis an die mit Rad 2 auf derselben Achse sitzende Trommel D_2 gehoben ist, wird dieses Rad nach einer halben Drehung mittels des durch Schlofs 6 aufgehaltenen untern Stiftes gesperrt, hindert die Trommel am Drehen und hält so die Stäbe im Werke fest. Das Rad kann nur durch Wiederholung der vorbeschriebenen elektrischen Vorgänge ausgelöst werden. Diese können jedoch nicht wiederholt werden, weil der nächste von einer Station gesandte Strom eine derartige Pollage erzeugt, dafs die Magnete 360 und 88 einander aufheben, und so den Anker 4 nicht festhalten. Die Änderung der Pollage wurde bewirkt, als der Stab herausgenommen wurde. Als dabei Rad 2 eine halbe Umdrehung machte, wurde auch Rad 1 ebensoweit umgedreht und änderte so mittels der zweiseitigen Scheibe und der Stange d den Weg des Stromes durch Bewegen des Umschalters 10, sodafs bei abermaliger Verbindung der Batterie mit der Streckenleitung der durch den Magnet 88 fliefsende Strom die dem vorigen entgengesetzte Richtung hat, und so den durch den Magneten 360 fliefsenden Strom nicht verstärkt, sondern aufhebt.

Wird der Stab durch die Führung D_1 (Abb. 2, Taf. XLVI) wieder eingelegt, so ändert er wieder die Stellen 10a und 10b, und ein Stab kann wie früher herausgenommen werden. Die Stäbe kommen immer durch D_2 heraus, indem Rad 2 gedreht wird, und gehen immer durch D_1 hinein, indem Rad 1 gedreht wird; aber jedes von diesen beiden Rädern dreht immer das andere mit.

Wenn der Stab in dasselbe Werk, aus welchem er genommen wurde, zurückgelegt wird, bringt er die Umschaltestellen wieder in die Lage, aus welcher er sie entfernt hatte; wenn er nach B gebracht und dort in das Werk gelegt wird, ändert er dort die Umschaltestellen, sodafs sie der geänderten Lage der entsprechenden Teile in A entsprechen.

Wenn der Stab durch Drehen der Scheibe 2 herausgenommen wird, geht der Zeiger 17 (Abb. 2, Taf. XLVI) aus der Stellung »Stab eingelegt« in die Stellung »Stab herausgenommen«. Sobald A den Stab herausgenommen hat, drückt er auf seine Glockentaste 12, welche den Zeiger 17 in B in die Stellung »Stab herausgenommen« bringt.

Der Stab ist 15 cm lang und hat 19 mm Durchmesser. Die Stäbe für verschiedene Streckenabschnitte haben Ringe oder Zeichen von verschiedener Form oder Gröfse, sodafs jeder Stab nur in den beiden Werken benutzt werden kann, zwischen denen er wandern soll. B—s.

Die Streckenblockung von Cardani und Servettaz*) auf den italienischen Mittelmeerbahnen.

(Schweizerische Bauzeitung Bd. 45, Jahrgang 1905, S. 10.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel XLIII.

Die Verwendung vorstehender Streckenblockung nimmt auf den italienischen Bahnen ständig zu. Sie wirkt zwischen zwei Zugfolgestationen A und B in folgender Weise. A weckt zunächst B zur Freigabe der Blockstrecke. B stellt die Kurbel seines Werkes nach Beantwortung der Meldung aus der Grundstellung in die Stellung »Zustimmung«, wodurch das bislang in A verriegelte Ausfahrsignal beweglich wird. A stellt dieses auf »Fahrt« und läutet die Abfahrt des Zuges nach B vor, das darauf die Blockkurbel in die Stellung »geblockt« legt, in der sie verriegelt ist. Dabei wird gleichzeitig der Signalarm in A wieder auf »Halt« gebracht und verriegelt. Nach der Vorbeifahrt des Zuges in B wird die Kurbel durch Betätigung eines Schienenstromschliefsers wieder frei, sodafs sie in die Grundstellung zurückgelegt werden kann.

Da sich die ursprüngliche Form der elektrisch gesteuerten

*) Organ 1889, S. 250. Eisenbahntechnik der Gegenwart, C. W. Kreidel, Wiesbaden, Bd. II, S. 1531.

Prefswasser-Einrichtung von Cardani zur Verriegelung und Freigabe des Signalarmes im Betriebe wegen der grofsen Unterhaltungschwierigkeiten nicht eignete, hat Servettaz den Signalmast in folgender Weise eingerichtet:

Die »Fahrt«-Stellung des Signalarmes, das heifst die Stellung des Armes schräg abwärts, kann nur erreicht werden, wenn der Elektromagnet E (Abb. 2 und 3, Taf. XLIII) von der nächstfolgenden Blockstation erregt wird. Wird der Signalzug bei nicht erregtem Magneten betätigt, so wird das Gegengewicht L am Maste gehoben, die Zugstange h_1 bewegt sich mit der Platte H, die den zweiarmigen, um f drehbaren Hebel B trägt, abwärts.

Hierbei gleitet der Knaggen t_1 an dem Knaggen t der seitlich ausweichenden, um den Bolzen c drehbaren Signalzugstange vorbei, die ihre Höhenlage beibehält, sodafs der Arm auf »Halt« verharrt. Die »Fahrt«-Stellung kann nur bei Erregung des Magneten E erzielt werden. In diesem Falle wird der Anker P angezogen (Abb. 3, Taf. XLIII); der zweiarmige Hebel B sucht seine wagerechte Lage beizubehalten, da er von P entlastet ist. Wird jetzt der Signalzug betätigt, so fafst der abwärts gehende Knaggen t_1 hinter den Knaggen t der Armzugstange b, die jetzt am seitlichen Ausweichen durch die Rolle H des nun wagerecht stehenden Hebels B verhindert wird. B und somit auch d und der Arm S bewegen sich abwärts in die »Fahrt«-Stellung. Wird der Strom nach Vorbeifahrt des Zuges in E unterbrochen, so fällt P herunter und schlägt das Ende H des Hebels nach oben, t gleitet seitlich an t_1 vorbei und der Arm geht wieder auf »Halt«.

Der zur Blockeinrichtung gehörige Schienen-Stromschliefser wirkt in folgender Weise: Bei Durchbiegung der Fahrschiene R (Abb. 1, Taf. XLIII) wird die Flüssigkeit durch den mit einem Bodenventile D versehenen Kolben P_1 aus dem Zylinder A in den kleinern a gepumpt. Der Druck der durch das Bodenventil d in a eintretenden Flüssigkeit bewirkt Hochsteigen des Kolbens p, bis dieser mit seinem obern Stangenende o einen Stromschlufs r_1 o r_2 herstellt. Dieser Stromschlufs bleibt so lange bestehen, bis Flüssigkeit durch die Durchbiegungen der Schiene R nach a hinübergepumpt wird, wobei die überschiefsende Menge durch den Kanal c wieder in den grofsen Zylinder A zurückläuft. Hat das letzte Wagenrad des vorbeifahrenden Zuges die Schiene R verlassen, so hören die Durchbiegungen und damit die Pumpwirkung auf, und der Kolben p, der einen etwas kleinern Durchmesser als der kleine Zylinder a hat, sinkt durch sein Eigengewicht nach unten, wodurch der Stromschlufs r_1, r_2 unterbrochen wird. Dieser Schienen-Stromschliefser zeichnet sich durch sicheres und stofsfreies Arbeiten aus, und soll wenig Unterhalt erfordern, trotzdem er nicht grade einfach gebaut ist.

Das Blockwerk zeigen Abb. 5 und 6, Taf. XLIII. Es enthält folgende Teile:

1. einen Zeiger a, der auf der Achse eines polarisierten Ankers a_3 sitzt und je nach der Stromrichtung in dem Elektromagneten E_2 die Stellung »Besetzt« oder »Frei« einnimmt. Unter diesem Zeiger a ist ein zweiter b an dem ebenfalls polarisierten Anker m angebracht, dessen Stellung von der Stromrichtung im Elektromagneten E_4 beeinflufst als Nachprüfung der abgehenden Zeichen dient; in Abb. 6, Taf. XLIII ist er mit »Corrispondente« bezeichnet;
2. einen Druckknopf P zum Abgeben der Glocken- und Blocksignale;
3. eine Kurbel M, in deren Nabe der Druckknopf P mit seiner vierkantigen Achse geführt wird. Diese Kurbel kann auf die Grundstellung und auf »Zustimmung« (Consenso) und »geblockt« gelegt werden;
4. eine Signalscheibe A, die je nach der Stellung der Kurbel M grün oder rot in dem Blockfenster erscheinen läfst;
5. eine Läutewerk E_2 a_2 T;
6. eine gewöhnlich versiegelte Taste Y, die in Bedarfsfällen gestattet, die Kurbel frei zu machen.

Die Wirkung ist die folgende: Soll ein Zug von A nach B fahren, so wird die Station B mit der Drucktaste P geweckt. Durch den Druck auf P stellt die Stromschliefsplatte C (Abb. 5 und 6, Taf. XLIII) die Verbindung I her, indem sie Stromschliefser 1 mit 2 und 3 mit 4 verbindet, wobei etwas früher die mit dem Elektromagneten E_2 verbundene Feder 5 von dem Schliefser 1 getrennt wird. Der entstehende Strom geht von dem positiven Pole der in A stehenden Batterie B über 4, 3 zur Erde, nach Station B, und von dort aus der Erdplatte durch den Elektromagneten E_2 über 5, 1, Leitung nach A 1, 2 zurück zum negativen Pole von B. Da die Richtung dieses Stromkreises gleich der des vorhergehenden ist, behält der polarisierte Anker a_3 seine Lage unverändert bei, während die beiden Polschuhe von E_2 den nichtmagnetischen Anker anziehen. Durch den hierdurch entstehenden Stromschlufs bei 15, 16 wird ein Ortschlufs der Batterie B' hervorgerufen und der Wecker E_3 a_2 T (Abb. 6, Taf. XLIII) ertönt. Dabei verläuft der Strom vom positiven Pole der Batterie B' durch E_3 E_1 16, 15 2 zum negativen Pole. Die bei jedesmaligem Schlusse des Ortstromkreises in gleicher Richtung induzierte Spule E_1 dient dazu, den aus weichem Stahle verfertigten polarisierten Anker a_3 stets kräftig zu erhalten.

Nach Ertönen des Weckers beantwortet B das Weckzeichen in gleicher Weise, stellt seine Kurbel auf »Zustimmung« und drückt einmal auf P. Da durch Umstellen der Kurbel die Stromschliefser 1 mit 4 und 3 mit 2 in Stellung II umgeschaltet werden, geht der Strom jetzt beim Drücken auf die Taste P vom positiven Batteriepole B' über 4, 1, Leitung nach A über 1, 5, E_2 zur Erde, nach B zurück und über 3 zum Negativpole der Batterie. Dabei wird nicht nur in gleicher Weise in A durch Ortstromkreis, wie oben bei B geschildert, der Wecker in Tätigkeit gesetzt, sondern auch gleichzeitig das Schliefsen eines zweiten, die Batterie B'' enthaltenden Ortstromkreises ermöglicht. Dadurch nämlich, dafs der Fernstrom die Spulen von E_2 jetzt in entgegengesetzter Richtung, wie vorhin bei der Grundstellung der Kurbel M durchfliefst, wird der polarisierte Anker a_3 von dem obern Pole von E_2 abgestofsen und vom untern angezogen. Durch sein Ausschlagen verbindet er die Stromschliefser 17 und 18, so dafs, wenn darauf der Stellhebel H des Signalmastes in A herum gelegt wird, das Signal auf »Fahrt« zeigt, weil beim Herumlegen von H der Ortstrom-

kreis B'', 17, 18, M Erde, B'' geschlossen, und hierdurch der Elektromagnet M am Signalmaste (E in Abb. 2 und 3, Taf. XLIII) dauernd erregt wird.

Die Station A läſst den Zug nun abfahren und zeigt dieses B durch einen Glockenschlag an. Nach Ertönen der Glocke legt B die Handkurbel in die Stellung »geblockt«, wodurch die Verbindung I der Stromschlieſser wieder hervorgerufen wird.

Drückt P jetzt auf die Taste, so wechselt die Stromrichtung, der polarisierte Anker a_3 dreht sich zurück, die Verbindung 17, 18 wird unterbrochen, damit der Elektromagnet am Signalmaste stromlos und der Signalarm fällt durch sein Gegengewicht auf »Halt« zurück.

In B wird die in die Stellung »geblockt« gebrachte Kurbel dadurch verschlossen, daſs in dieser Stellung der Schnepper n in die Klinke u schnapppt, wobei sich die Scheibe A mittels des Winkelhebels d verschiebt und das vorher grüne Blockfeld in ein rotes umwandelt. B stellt nun sein Signal auf »Fahrt« und nach Einfahrt des Zuges auf »Halt«. Der die Station B wieder verlassende Zug wirkt auf den Schienen-Stromschlieſser p_1, dessen Wirkung oben auseinandergesetzt ist, wodurch der Batteriestrom B'_1 E_6 Erde geschlossen wird. E_6 zieht seinen Anker an (Abb. 6, Taf. XLIII), der Winkelhebel d verliert seinen Stützpunkt und entklinkt n wieder. Das grüne Blockfeld erscheint und die Handkurbel ist wieder entriegelt für die nächste Fahrt.

Sollte B nach Empfang des Abfahrtsignales von A vergessen, seine Blockkurbel auf »geblockt« zu stellen, so würde doch keine Betriebsstörung eintreten können, da der Schienen-Stromschlieſser p in A den Signalarm S nach Vorbeifahrt des Zuges selbsttätig auf »Halt« bringen würde. Wenn nämlich p geschlossen wird, zieht der dadurch entstehende Stromkreis B'', 17, E_5 p Erde, B'' den Anker des Magneten E_5 (Abb. 6, Taf. XLIII) an, der mit Hilfe seines Ansatzes W den polarisierten Anker a_3 in die Mittellage schiebt, so daſs der Zeiger a auf das Mittelfeld zeigt, die Stromschlieſser 17, 18 aber unterbrochen werden. Hierdurch wird der Elektromagnet E am Signalmaste stromlos und der Arm geht auf »Halt«. A fordert dann B durch ein Glockenzeichen zur Blockung auf und der darauf von B abgesandte Strom bringt a_3 in Ruhelage.

Um bei eingleisigen Bahnen zu verhindern, daſs irrtümlicher Weise gleichzeitig Ein- und Ausfahrt gegeben werden kann, trägt die Achse der Kurbel M (Abb. 5, Taf. XLIII) an der Rückwand des Blockschrankes eine Kurbel mit Zugstange l, die bei Grundstellung der Blockkurbel M den Hebel des Einfahrtsignales S_1 sperrt. Man muſs also, um S_1 ziehen zu können, zuvor die Kurbel auf »geblockt« stellen, wodurch der Hebel des Ausfahrsignales der Richtung B—A mechanisch verschlossen bleibt. Wie oben gezeigt, bleibt M dann so lange verschlossen, bis der Zug B verlassen hat; erst dann kann der Ausfahrsignalhebel nach Stellung von M in Grundstellung verstellt werden.

Die Widerstände aller Elektromagnete sind gering, sie betragen 15 Ohm. Der Elektromagnet erfordert zum sichern Arbeiten eine Stromstärke von 70 Milliampère.

Auf der Mittelmeer-Bahn sind bis jetzt 150 Blockwerke, 500 Signalmaste und 350 Schienenstromschlieſser dieser Bauart in Tätigkeit, so auf den Linien: Mailand-Novara, Verona-Venedig, Mailand-Gallarate, Genua-Ronco-Novi. R—l.

Signale und Weichen der Untergrundbahn in New-York.

(Railroad Gazette 1904, Oktober, Band XXXVII, S. 410.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XLV.

Die Einrichtung der Block- und Stellwerksignale auf der New Yorker Untergrundbahn schlieſst zugleich die Benutzung der alten und bewährten Verfahren und Anwendungen und auch die Verwendung einiger ganz neuer Grundsätze in sich.

Zwischen der Station City Hall und der 96. Straſse, auf einer Länge von 10,46 km, liegen vier Gleise, von denen die beiden mittleren für Schnellzüge bestimmt sind. Diese Gleise haben auf ihrer ganzen Länge selbsttätige Blocksignale, welche durch einen Gleisstromkreis betätigt werden. Von der 96. Straſse bis zur 145. Straſse auf dem Westseitenteile liegen drei Gleise. Zwei von diesen sind für Ortszüge, das mittlere ist für Schnellzüge, welche zu bestimmter Zeit nur in einer Richtung, nämlich morgens südlich, abends nördlich fahren. Dieses Schnellzuggleis wird gleichfalls mit Blocksignalen betrieben. Oberhalb der 145. Straſse, wo nur zwei Gleise liegen, werden beide Gleise mit Blocksignalen betrieben. Die Gleise für Ortszüge zwischen der 145. Straſse und City Hall haben Blocksignale nur auf den Stationen und in Krümmungen, wo die Aussicht des Führers nach vorn versperrt ist. Einschlieſslich der Teile der Ortszuggleise in Krümmungen und Stationen sind 39,43 km Gleis mit selbsttätigen Signalen ausgerüstet.

Sowohl alle Blocksignale, als auch die Stellwerksignale sind eine abgeänderte Form der elektrisch gesteuerten Preſsluft-Westinghouse-Bauart*), welche den Beschränkungen an Spielraum und den Erleuchtungsbedingungen in den Tunneln angepaſst ist. Ein Gleis-Wechselstromkreis dient zur Erregung der Übertrager, welche die elektrisch gesteuerten Preſsluft-Ventile an den Signalmasten betätigen. Die Verwendung eines Gleisstromkreises für Signale auf der gewöhnlichen Dampfbahn ist verhältnismäſsig einfach gegen die hier vorliegende Aufgabe, bei der die Schienen als Rückleitung dienen für einen Gleichstrom von 500 Volt mit einer Stromstärke, welche genügt, um einen Zug zu befördern, welcher zu Zeiten 2000 P.S. erfordert. Der Rückstrom darf nur durch eine Schiene geführt, die andere muſs an den Enden der Blocks stromdicht abgeschlossen werden.

Der Strom für die Signal-Gleisstromkreise wird durch Speisedrähte mit Wechselstrom von 500 Volt von den Unterstationen im Tunnel geliefert. Jeder Signalmast am Eingange eines Blockabschnittes trägt einen Abspanner mit zwei zweiten Wickelungen, von denen die eine einen Wechselstrom von 10 Volt für den Gleisstromkreis und die andere einen Wechselstrom von 50 Volt für die Signallampen liefert. Erstere ist am einen, der Übertrager am anderen Ende des Blockes mit beiden Schienen verbunden; zur Abhaltung des Arbeitstromes ist eine Drosselwickelung eingelegt.

*) Organ 1896, S. 57; 1898, S. 41.

Wegen des beschränkten Spielraumes und der Dunkelheit im Tunnel werden die Signale durch Farbe und nicht durch Stellung gegeben. Die Einrichtung zur Betätigung der Signale ist in einem ungefähr 3 m hohen und 25 cm weiten gufseisernen Kasten eingeschlossen, welcher auf einer Beton-Grundlage zwischen den Gleisen aufgestellt ist. Auf dem Boden des Kastens stehen die Luftzylinder und die elektrisch gesteuerten Prefsluft-Ventile, welche die Einströmung der Luft in jene regeln. Das Vorsignal befindet sich wie gewöhnlich unter dem Ortsignale. Für das Vor- und das Ortsignal ist je eine Linse von weifsem Glase vorn in den Kasten eingesetzt, dahinter sind zwei weifsglühende Lampen von vier Kerzen neben einander geschaltet, welche beide brennen, sodafs das Licht auch erhalten bleibt, wenn eine in Unordnung ist. Das Farbensignal wird gegeben durch gefärbte in Rahmen eingesetzte Gläser, welche mit Gegengewichten versehen sind und durch Stangen von den unten befindlichen Luftzylindern zwischen das Licht und die Linse geschoben werden. Die Farbensignale sind: »rot« für »Halt«, »grün« für »Fahrt« und »gelb« für »Achtung«. Unmittelbar unter den Linsen sind weifse kreisförmige Scheiben mit kleinen schwarzen Signalarmen davor, welche wagerecht bleiben, wenn das Signal auf »Halt« oder »Achtung« steht, und unter einem Winkel von 60° stehen, wenn das Signal frei gegeben ist. Dies gibt dem Führer ein sichtbares Signal, wenn die Lampen nicht brennen, und ist eine Prüfung auf seinen Farbensinn.

Der Strom zum Betätigen der elektrisch gesteuerten Prefsluft-Ventile in den Signalen und Stellwerksanlagen wird von 16 Speichern geliefert, welche in bestimmten Stellwerkstürmen auf der Untergrundbahn aufgestellt sind und durch kleine Gleichstrom-Triebmaschinen geladen werden. Diese Speicher sind zu Paaren angeordnet, sodafs einer geladen, der andere entladen wird; sie liefern Strom von 20 Volt.

Die bei den Stellwerksanlagen im Tunnel verwandten Zwergsignale sind in ihrer Einrichtung im wesentlichen dieselben, wie die Blocksignale, nur tragen sie an jedem Maste nur ein Signal. Die Maste sind ungefähr 1 m hoch. »Rot« und »grün« für »Halt« und »Fahrt« sind die einzigen Signale. Diese Signale haben gleich denen für schnelle Bewegungen einen Meldezeiger. Wo die Bewegung von Zügen immer in einer Richtung stattfindet, sind die Zwergsignale durch Scheinsignale von ähnlicher äufserer Gestalt ersetzt, welche nur ein festes purpurrotes Licht zeigen und bei denen die Scheibe unter der Linse gleichfalls purpurrot bemalt ist.

Die Länge der Blocks und die Stellung jedes Blocksignales auf der ganzen Linie wurde nach den gegebenen Neigungs- und Krümmungsverhältnissen jedes Abschnittes sorgfältig durch Bremsversuche bestimmt. Die kleinste Entfernung zwischen den Signalen ist ungefähr 250 m auf den Schnellzuggleisen. Die Blocklängen sind so festgesetzt, dafs auf den Schnellzuggleisen alle zwei Minuten und auf den Ortsgleisen jede Minute ein Zug verkehren kann.

Um die Möglichkeit von Zusammenstöfsen aus Nichtbeachtung der Signale zu verhüten, ist eine selbsttätige Bremse eingelegt worden. Diese besteht im wesentlichen aus einer Stange, welche dem Signalmaste gegenüber quer unter der einen Schiene liegt und an der Aufsenseite dieser Schiene einen Arm trägt. Zwischen den Schienen befindet sich ein gufseiserner Kasten, welcher einen Luftzylinder und ein Gegengewicht am Ende eines andern an der Stange befestigten Armes enthält. Wenn das Signal auf »Halt« gestellt wird, wird die Luft im Zylinder durch einen mit der Signalstange verbundenen Stromöffner abgeschnitten, und das Gegengewicht fällt, indem es den Bremsarm in eine aufrechte Stellung über Schienenoberkante wirft. Alle Wagen, welche auf der Untergrundbahn fahren, sind mit einem am Radgestelle befestigten Arme versehen, welcher mit einem Ventile in der Bremsleitung verbunden ist. Wenn der Zug über ein auf »Halt« gestelltes Signal hinausfährt, stöfst der aufrechte Bremsarm gegen den Arm am Radgestelle und öffnet die Bremsleitung, wodurch er an allen Wagen im Zuge die Bremsen anzieht und diesen zum Stehen bringt, bevor er in den zweiten Block einfährt, in welchem sich das die »Halt«-Stellung bedingende Hindernis befindet. Um nicht im Falle einer Beschädigung der selbsttätigen Bremse Züge unnötig aufzuhalten, sind die Zugbeamten mit einem Schraubenschlüssel versehen, mit welchem das zwischen den Gleisen angebrachte, die Bewegung der Bremse regelnde Luftventil gedreht wird, um sie einzuschlagen, während der Zug vorbeifährt. Der Zugbeamte mufs das Ventil mit dem Schlüssel offen halten, bis der Zug vorbeigefahren ist, worauf die Vorrichtung ihre Haltstellung wieder einnimmt.

Die Abb. 1 und 2, Taf. XLV zeigen die Gleisstromkreise und den Betrieb der selbsttätigen Bremse. Die Schiene Y dient als Rückleitung des Stromes und ist an den Enden der Blockabschnitte nicht stromdicht getrennt, bei der Schiene X ist das am Ende jedes Blockabschnittes unmittelbar hinter dem Signalmaste der Fall. Der Strom für den Gleisstromkreis wird durch die zweite Wickelung des Abspanners geliefert, welcher am Ende jedes Blockes aufgestellt ist. Dauernd fliefst Strom durch die Schiene X, durch den Signal-Übertrager am Anfange des Blockes und zurück durch die Schiene Y nach dem Abspanner. Die Übertrager haben zwei Anker, M und N, welche für gewöhnlich gehoben sind. Wenn jetzt ein Zug in den Block hinter Signal 1 (Abb 2, Taf. XLV) einfährt, wird der Übertrager bei 1 stromlos und beide Anker senken sich. Wenn der Strom bei N unterbrochen wird, wird der Elektromagnet des Prefsluft-Ventiles, welches das Ortsignal bei 1 betätigt, stromlos, und dieses schneidet die Zufuhr der Prefsluft ab, worauf das Signal durch die Schwerkraft in die »Halt«-Stellung gelangt. Die Bewegung der Ortsignalstange bei 1 öffnet einen Stromöffner in dem Strome, welcher das Vorsignal bei 2 betätigt. Dieser stellt das Vorsignal bei 2 auf »Achtung«. Zu derselben Zeit, wo der Strom bei N unterbrochen wird, wird der Strom im Anker bei M unterbrochen und dadurch das Ortsignal bei 2 in der »Halt«-Stellung festgehalten. Steht das Ortsignal bei 2 auf »Halt«, so wird der mit dem Vorsignale bei 3 verbundene Stromöffner bei 2 offen gehalten, und das Vorsignal bei 3 wird in der Stellung auf »Achtung« festgehalten. Die selbsttätige Bremse ist mit dem Anker M verbunden, und wenn der Strom in diesem Anker bei Signal 1 unterbrochen wird, wird die Bremse bei 2 gezogen. Daher wird, unmittelbar nachdem ein Zug an Signal 1 vorbeigefahren ist, das

Ortsignal bei 1 auf »Halt« und das Vorsignal bei 2 auf »Achtung« gestellt. Das Ortsignal bei 2 und das Vorsignal bei 3, schon auf »Halt« und »Achtung«, werden in dieser Stellung festgehalten, und die selbsttätige Bremse bei 2 wird gezogen. Wenn der Zug aus dem Blocke hinter Signal 1 herausgefahren ist, hebt der Übertrager bei 1 die beiden Anker M und N und schliefst dadurch den Strom für das Ortsignal bei 2 und für die Bremse bei 2. Diese nehmen dann die »Fahrt«-Stellung wieder ein, und die Bewegung des Ortsignales bei 2 schliefst den mit dem Vorsignale bei 3 verbundenen Stromöffner und stellt es dadurch auch auf »Fahrt«. So wird ein Zug in jedem Blocke geschützt durch ein zwei Blocklängen zurück liegendes Vorsignal und, zusammen mit der selbsttätigen Bremse, durch das eine Blocklänge zurück liegende Ort- und Vorsignal.

Die Stellwerksausrüstung hat die bekannte elektrisch gesteuerte Prefsluft-Bauart Westinghouse mit einigen geringen Abänderungen in der Ausführung und Anordnung der Teile an den Stellwerken und Weichen wegen des sehr beschränkten Raumes in den Tunneln. Die Bude ist nur 78,5 cm weit. Die Lagerplatte ist nicht, wie gewöhnlich, wagerecht, sondern senkrecht gestellt. Die Weichen werden durch Schlitzplatten statt der üblichen Winkelhebel gestellt (Abb. 3 bis 5, Taf. XLV).

Die Prefsluft zum Stellen aller Block- und Stellwerksignale wird von Pumpen geliefert, welche in sechs Unterstationen von elektrischen Triebmaschinen betrieben werden. Der Strom für diese wird von den Hauptspeisedrähten geliefert, welche von dem Elektrizitätswerke ausgehen. Drei von den Anlagen genügen, um die Arbeit für alle Signale zu liefern, und die anderen drei können für Notfälle in Bereitschaft gehalten werden. Die Triebmaschine ist eine Westinghouse-Gleichstrommaschine, welche einen Strom von 60 Ampère und 600 Volt erfordert und eine einfach wirkende Pumpe mit Zylindern von 49 × 31 cm und 30,5 cm Hub treibt, die bei 120 Huben in der Minute 6,76 cbm Luft von 1 at Spannung in der Minute liefert. Die Prefsluft wird von den Unterstationen durch Leitungen von 9 cm Durchmesser fortgeführt. Ein selbsttätiger Widerstandschalter und Druckregler hält den Druck zwischen 5,8 und 6,6 at.

Aufser den Signalen sind noch andere beachtenswerte Sicherungseinrichtungen vorhanden. Eine von diesen ist der Notkasten, welcher auf jeder Station aufgestellt ist, in welchen alle an die Station grenzenden Signalstromkreise geführt sind. In einem plötzlich eintretenden Notfalle kann man auf dem Bahnsteige den Boden dieses Kastens einschlagen, worauf die Signale für alle an die Station grenzenden Gleise auf »Halt« fallen.

Um Kurzschlüsse durch die Wagen und Triebmaschinen hindurch zu verhüten, wenn sie aus einem Abschnitte der Speise-Schiene in den nächsten übergehen, ist wegen des Spannungsunterschiedes oder Erdens eines Abschnittes ein Ausgleichwickelungs-Übertrager aufgestellt, welcher ein Zwergsignal vor der Unterbrechung in der Speise-Schiene betätigt. Wenn ein bestimmter Spannungsunterschied zwischen den beiden Abschnitten der Speise-Schiene besteht, stehen die Signale auf »Halt« und bleiben in dieser Stellung stehen, bis die Spannung ausgeglichen ist. Wo die Abschnittsunterbrechung nahe den Stellwerken vorkommt, wird eine abgeänderte Anordnung angewandt. In diesem Falle sind kleine Voltmeter über dem Stellwerke aufgestellt. Der Wärter kann auf einen Blick sehen, wenn der Unterschied der Spannung grofs genug ist, um zerstörend zu wirken, und kann demgemäfs die Signale stellen.

Nicht irgendwie verbunden mit der Signaleinrichtung, aber doch ein sehr wichtiger Zusatz ist die Anlage von Feuer- und Notsignalen in den Tunneln. Bei jedem Mannloche auf dem Westseitenteile ist ein Feuerlärmkasten und ein allgemeiner Notlärmkasten aufgestellt, welche mit den in jeder Station und auch im Zugabfertigungszimmer, im Zimmer des Betriebsleiters und in allen Unterstationen und Krafthäusern vorhandenen Meldeglocken verbunden sind. Im Falle eines Feuers im Tunnel sind die Stationsbeamten angewiesen, das Stadt-Feuersignal zu ziehen, welches auf der der Unglückstelle am nächsten liegenden Personenstation aufgestellt ist. Die Beamten auf den elektrischen Unterstationen schneiden nach Empfang eines Feuer- oder Notsignales sogleich den Strom von der Speise-Schiene in jener Station ab, sodafs für Reisende, welche durch den Tunnel gehen, keine Gefahr besteht. B—s.

Elektrische Eisenbahnen.

Elektrisch betriebene Steilbahn mit wagerecht liegenden Reibungsrollen.

(Génie civil Oktober 1904, XLV, S. 401. Mit Abbild. und Zeichnungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 bis 9 auf Tafel XLIII.

Seit dem 1. August 1904 verbindet eine elektrische Bahn das Kurhaus des Bades La Bourboule mit dem Anfangspunkte der Zahnradbahn. Sie ist durch ihren Reibungsantrieb beachtenswert, der ihr gestattet, Steigungen von stellenweise 92 und 120 $^0/_{00}$ ohne Anwendung einer Zahnstange zu nehmen. Die Bauart ist die bei Strafsenbahnen übliche und weicht nur durch das Reibungsgetriebe ab, das bei starken Steigungen in Tätigkeit tritt. Um dieses zu erleichtern, ist die an diesen Stellen angebrachte Mittelschiene nach den Enden zu ausgeschmiedet, um das richtige Einlaufen der Reibungsräder zu gewährleisten.

Der aus zwei elektrisch angetriebenen und durch Luftdruck gegen die Reibungschiene geprefsten Rädern bestehende Reibungsantrieb ist auf zwei Gleitschlitten gelagert, die auf Rollen in den am Untergestelle befestigten Führungsschienen gelagert sind, um seitliches Verschieben des ganzen Antriebes in Krümmungen zu ermöglichen. Die Reibungspressung der Antriebsräder wird durch einen von der Bremsluftpumpe versorgten Prefsluftzylinder erzeugt, durch die Hebel i und h werden die beiden die Reibungsräder tragenden Gleitschlitten fest gegen die Mittelschiene geprefst. Diese Räder sitzen auf der bei c und d auf dem Schlitten gelagerten Welle a und sind schalenförmig ausgebildet, um das aus den Zapfenlagern

tropfende Öl aufzufangen. Getrieben werden sie von dem elektrischen Antriebe durch das lose auf der Welle n sitzende Rad m, das die Drehung durch die Gleitrollen o und die ebenfalls lose sitzenden Kegelräder p auf die auf a fest gelagerten Kegelräder q überträgt. In Gleiskrümmungen weichen die beiden Gleitschlitten mit dem Antriebe seitlich aus, wobei sich die lose auf der festgelagerten Welle n sitzenden Kegelräder p durch den Druck der Rollen o infolge ihrer Drehung schraubenförmig vorschieben. So vermag der Wagen leicht den Krümmungen der Gleise zu folgen. Je nach der Gröfse der Last des Anhängers kann die Stärke der Pressung verändert werden.

Die Reibungsräder sind entsprechend den Laufrädern mit Luftdruckbremse versehen, deren Klötze von dem Zylinder u mittels Gestänge angezogen werden. Versuche haben gezeigt, dafs der Wagen 6000 kg auf Steigungen von 120 $^0/_{00}$ zu befördern vermag.

Die Ausdehnung der New-Yorker Stadtbahnen.

(Engineering Record 1905, Januar, Band 51, S. 27.)

Hierzu Lageplan Abb. 1 auf Tafel XLVI.

1904 sind allgemeine Entwürfe von neuen Stadtbahnen in Manhattan, Brooklyn und Bronx fertiggestellt. Die Entwürfe sehen drei Arten von neuen Linien vor: Wettbewerbslinien, Erweiterung der vorhandenen Untergrundbahnen und Ausdehnungen der vorhandenen Hochbahnen. Abb. 1, Taf. XLVI zeigt nur die in Manhattan und Bronx vorhandenen und vorgeschlagenen Linien.

Die beiden Gesellschaften, welche gegenwärtig die Bahnen in Manhattan und Bronx betreiben, haben schon öffentlich ihre Absicht zur Bewerbung um neue Verträge, welche die New-York Rapid Transit Railroad Commission etwa ausschreiben wird, angezeigt und eigene Entwürfe vorgelegt. Diese Entwürfe wurden dann nach Beratschlagung mit den Ingenieuren der beiden Gesellschaften so abgeändert, dafs ein allgemeiner Entwurf ausgearbeitet werden konnte, welcher die wesentlichen Züge der beiden Entwürfe enthält.

Wettbewerbslinien. Der allgemeine Entwurf sieht eine durchgehende Linie vor von Bronx auf der Ostseite der Stadt nach der Battery, und auf der Westseite von der Battery nach der 42. Strafse. Diese soll eine selbständig betriebene Bahn sein. Durch Herstellung einer Querverbindung in der 34. Strafse und durch Herstellung von Verbindungen mit der Untergrundbahn in Battery-Park, in der 42. Strafse, in der Park-Avenue und in der Nachbarschaft der 42. Strafse und des Broadway könnte die Interborough Rapid Transit Company, wenn ihr der Zuschlag erteilt würde, durch Erbauung der Linien nördlich von der 42. Strafse auf der Ostseite und südlich von der 42. Strafse auf der Westseite mit der vorhandenen Untergrundbahn vollständige Ost- und Westseitenbahnen ausführen, welche von der Battery nach Punkten jenseits des Harlem-Flusses und mit einer unter dem East River hindurchgehenden Verbindung nach Brooklyn gehen. Sollte aber der New-York City Railway Company der Zuschlag erteilt werden, so könnte sie durch Weglassen des Verbindungsgliedes von der Park Avenue nach der Lexington Avenue und von der 34. nach der 42. Strafse auf der 7. Allee und durch Erbauung der Linie unter der 34. Strafse, welche die Ost- und Westseiten-Linie verbindet, der Stadt eine durchgehende Bahn bieten vom Harlem-Flusse nach der Battery auf der Ostseite, und auf der Westseite nördlich bis zur 34. Strafse. Die letztere Linie könnte nach Norden ausgedehnt werden.

Auf der Ostseitenlinie würden wegen der Enge der Strafsen und anderer örtlicher Verhältnisse von South Ferry bis zur 34. Strafse und Lexington Avenue nur zwei Gleise gelegt werden können, aber von hier nördlich, auf der Verbindungslinie zwischen der Park Avenue und der Lexington Avenue, unter der Lexington Avenue bis zum Harlem-Flusse und unter diesem bis zur Endschleife in der 142. Strafse würde es wünschenswert sein, vier Gleise zu bauen, und zwar übereinander, die Ortsgleise oben und die Ferngleise unten. Für die Westseitenlinie sind vier Gleise vorgesehen, welche sich nach Süden von der 42. Strafse bis zu einem von der nutzbaren Breite der Strafsen abhängenden Punkte unterhalb Chambers Street erstrecken, von dort würden zwei Gleise weitergehen zur Verbindung mit der Ostseitenlinie, oder der Untergrundbahn in der Battery. Diese Gleisanordnung ist erreicht worden durch die Herstellung einer Schleife, welche in der Murray Street beginnt, unter Privateigentum in der Murrey Street, Greenwich Street und Barday Street verläuft und von dort zu der viergleisigen Anlage zurückkehrt. Diese Schleife konnte so angeordnet werden, dafs die Ortzüge an dieser Stelle wenden und die Schnellzüge bis zum Battery Park fahren können. Die letzteren würden unterhalb der Barclay Street überall halten, ebenso wie für die Züge vorgeschlagen ist, welche auf der vorhandenen Linie vom Postamte den Broadway entlang nach Süden fahren.

Die Querverbindung unter der 34. Strafse würde so angeordnet werden, dafs, falls die Westseitenlinie in der 34. Strafse endigt, ein nördlicher Auslauf für diese Linie vorgesehen wird, welcher eine Verbindung mit den tiefliegenden Gleisen unter der Lexington Avenue herstellt, und so jede Kreuzung in Schienenhöhe an der Anschlufsstelle vermeidet. Die Linie in der Park Avenue ist schon bei der vorhandenen Anlage angeordnet worden, um eine zweckmäfsige Verbindung zwischen der bestehenden Linie und der Ostseitenlinie vorzusehen. Nördlich von der 42. Strafse und dem Broadway wird die vorhandene Untergrundbahn teilweise umgebaut werden müssen, um eine zweckmäfsige Anlage zu schaffen. Dies ist jedoch möglich.

Bei der Anlage von Verkehrswegen ist es wünschenswert, so weit als möglich Berührungen mit bestehenden Linien zu vermeiden, denn dem Verkehre wird durch eine Vielfältigkeit von Verkehrswegen ein besserer Dienst erwiesen, als durch Verdoppelung des Betriebes auf denselben Verkehrswegen. Die Entwürfe entsprechen diesem Grundsatze, ausgenommen auf der Linie südlich von der 3. Strafse auf der Westseite, wo eine Verdoppelung von Verkehrswegen unvermeidlich zu sein scheint, wofern die neue Linie so nahe als möglich an den Broadway gelegt werden mufs, um den Verkehrsanforderungen zu genügen. Östlich vom West-Broadway sind die Strafsen zu eng, um zu Eisenbahnzwecken benutzt werden zu können.

Die Westseitenlinie würde nach dem Entwurfe eine Verbindung mit der neuen an der 7. Allee angelegten Station der Pennsylvania-Bahn herstellen. Würde der Interborough Rapid Transit Company der Zuschlag erteilt werden, und sie sich nicht um die Linie unter der 34. Strafse bewerben, dann könnte diese letztere durch die Gesellschaft benutzt werden, welche eine Stufen-Bandbahn vorschlägt.

Die städtische Verwaltung hat eine Linie in Brooklyn entwerfen lassen, welche vom Fort Hamilton unter der 4. Allee nach der Flatbush Avenue und dann unter der Flatbush Avenue nach der Manhattan Bridge und über diese nach Manhattan geht. Der Bau dieser Linie wird kostspielig sein, und sie läuft auf ihrer ganzen Länge entlang einer Hochbahn, welche entweder auf der angrenzenden Strafsenfläche, oder unmittelbar über ihr liegt, und wird in Manhattan keinen durchgehenden Betrieb schaffen können, ausgenommen durch Umsteigen. Sollte bestimmt werden, eine Untergrundlinie unter der 4. Allee bis zum Fort Hamilton zu bauen, so wird eine andere Anlage vorgeschlagen durch Abzweigung von der 4. Allee bis zur Hamilton Avenue, von dort unter dem Buttermilk Channel nach Governor's Island und unter dem East River nach dem Battery Park und dann, wenn gewünscht, mit Tunnel unter der Greenwich Street bis zur Verbindung mit der tiefliegenden Schleife in der Barday Street. Dies würde eine unmittelbar durchgehende Verbindung mit Süd-Brooklyn schaffen.

Ausdehnungen der vorhandenen Untergrundbahn. Für die Linie in Brooklyn ist der Anschlufs schon in der Prospect Park Plaza vorgesehen; von hier soll sie nach Osten unter dem Eastern Parkway weitergehen. Dieser Teil von Brooklyn hat keinen unmittelbar durchgehenden Betrieb.

In Bronx ist zunächst eine Ausdehnung der vorhandenen Anlage von der Kingsbridge nach Norden den Broadway entlang bis zum Van Cortlandt Park entworfen. Die Interborough Rapid Transit Company hat sich bemüht, mit der New-York Central Railroad ein Abkommen zu treffen wegen der Benutzung des Putnam-Teiles dieser Gesellschaft nördlich bis Kingsbridge, aber ohne befriedigende Erfolge. Es ist wünschenswert, dafs die Westseitenlinie bis zum Van Cortlandt Park geht; diese Ausdehnung wird vorgeschlagen, aber an dieser Stelle notwendigerweise durch Hochbahn.

Die zweite Linie in Bronx ist eine Ausdehnung der vorhandenen Untergrundbahn über ihren Endpunkt in der 180. Strafse und der Boston Road. Dieser Teil der vorhandenen Anlage ist eine Hochbahn; unmittelbar nördlich liegt der Bronx Park, dessen angrenzender Teil für die Zoologischen Gärten aufgespart ist. Nördlich vom Bronx Park liegt eine Strecke, welche bis zum Mount Vernon geht, welcher gegenwärtig von keiner Stadtbahn erreicht wird. Es ist möglich, die vorhandene Hochbahn über die Boston Road bis zum Bronx Park auszudehnen, die Geländegestaltung auszunutzen und die Oberfläche vom Bronx Park an seinem südlichen Ende einzuebnen, um jede Hochbahn im Bronx Park zu vermeiden, und mit Hülfe einer fallenden Bahnlinie unter der Strafse, welche vom Haupteingange an der Boston Road ausgeht, und dann unter der Oberfläche vom Park bis zu seiner nördlichen Grenze am Bronx-Flusse zu gehen. Der Flufs wird mit einer schönen Brücke gekreuzt werden, dann wird die Bahn wieder unterirdisch unter dem Pelham Parkway verlaufen, unter Inanspruchnahme von Privateigentum mit einer zweckmäfsigen Neigung in eine Hochbahn übergehen und so über den White Plains Road bis zur City Line führen.

Die Gegend nördlich von Bronx bedarf eines durchgehenden Betriebes, welcher nur von einer Linie, wie beschrieben worden ist, oder von einer weitschweifigern Linie bis zum Osten vom Bronx Park geschaffen werden kann. Östlich von der vorhandenen Anlage ist keine Linie in Bronx vorgeschlagen worden. Von der New York, New Haven and Hartford Bahn werden augenblicklich Entwürfe aufgestellt, um ihrer vorhandenen Anlage vier weitere Gleise hinzuzufügen, und von Privatgesellschaften werden ebenfalls Entwürfe aufgestellt, welche den Bau neuer Linien in diesem Teile der Stadt vorsehen.

Ausdehnungen der Hochbahn. Gefordert wird besonders eine Ausdehnung des in der 8. Allee liegenden Teiles der Manhattan Bahn quer über den Harlem-Flufs, dann mit Tunnel unter dem Rücken unter der 161. Strafse bis zur Jerome Avenue und dann mit Hochbahn über die Jerome Avenue bis Woodlawn.

Auch auf eine andere Ausdehnung wurde Bedacht genommen, nämlich auf den Umbau des in der 2. Allee liegenden Teiles der Manhattan Hochbahn. Es wird empfohlen, in der 2. Allee vier Gleise herzustellen, von denen die beiden neuen über der vorhandenen Hochbahn vom Chatham Square bis zur City Hall liegen sollen. Die Linie in der 2. Allee ist stark genug, um vier Gleise tragen zu können, sodafs nur der Überbau umzugestalten sein würde.

Die Querlinien sollen unabhängig von den bestehenden Nord-Südlinien betrieben werden, indem die Fahrgäste auf diese umsteigen. Gegenwärtig scheinen sich die Oberflächenlinien diesem Umsteigegeschäfte leicht anpassen zu können. Untergrundlinien können jedoch zu jeder Zeit angelegt werden, da jede von ihnen ein unabhängiger Bau sein würde.

B—s.

Technische Litteratur.

Die Maschinenelemente. Ein Hilfsbuch für technische Lehranstalten, sowie zum Selbststudium geeignet. Mit Beispielen und zahlreichen Zeichnungen im Text wie auf Tafeln bearbeitet von M. Schneider, Ingenieur und Lehrer für Maschinenbau. Zehnte (Schlufs-)Lieferung. Braunschweig 1905, F. Vieweg und Sohn.

Wir haben das Erscheinen der früheren Teile des Werkes regelmäfsig*) verfolgt und zeigen nun auch die Ausgabe des Abschlusses des stattlichen Werkes an, der die Zylinder, Rohre und Absperrvorrichtungen behandelt. Titel, Vorwort und In-

*) Organ 1904, S. 74.

haltsübersicht für die beiden Bände des Werkes sind dieser Lieferung beigefügt.

Nachdem nun das ganze Werk in seinen zwei Bänden vollständig vorliegt, geben wir wiederholt unserer Ansicht Ausdruck, dafs es in der Tat geeignet ist, wichtige Hülfen bei der Festsetzung und Darstellung der Maschinen-Entwürfe zu leisten. Gefördert wird der Nutzen des Buches durch zahlreiche Abbildungen und Mafsangaben verschiedener Werke für die einzelnen Maschinenteile.

Wir heben die Vollendung des Werkes hier besonders hervor.

Der Bau, Betrieb und die Reparaturen der elektrischen Beleuchtungs-Anlagen. Ein Leitfaden für Monteure, Werkmeister, Techniker etc. Herausgegeben von F. Grünwald, Ingenieur. Zehnte Auflage. Halle a. S., W. Knapp, 1903. Preis 4,0 M.

Das in neun Auflagen wohl bewährte und gefestigte Hülfsbuch, das nun schon eine reiche Erfahrung über die Bedürfnisse des Leserkreises hinter sich hat, wird diesen auch in der zehnten auf dem Gebiete der neuesten Erscheinungen des elektrischen Beleuchtungswesens gerecht, sodafs es nach wie vor die Aufgabe eines nützlichen Hand- und Taschenbuches zu erfüllen imstande ist. Neu aufgenommen sind namentlich Zusammenstellungen der Störungen an elektrischen Maschinen, die neuesten Lampenformen und die 1904 eingeführten Sicherheitsvorschriften und die Betriebsvorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker.

Die Ausstattung ist bei aller für ein im Betriebe zu benutzendes Buch nötigen Beschränkung in Druck und Abbildungen eine anerkennenswert gute.

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie. Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti. Unione Tipografico. Editrice Torinese. Turin, Mailand, Rom, Neapel.

Hefte 201 bis 204. Vol. IV, Teil II, Kap. IV. Spezielle Technologie der Kessel von Ingenieur Pietro Verole. Preis des Heftes 1,6 M.

Heft 205. Vol. II, Teil II, Cap. X. Weichen- und Signalstellwerke von Ingenieur Giuseppe Boschetti. Preis des Heftes 1,6 M.

Sammlung von Zeichnungen bisher ausgeführter und zur Ausführung vorgeschlagener Drehgestelle für Schnellzugwagen. Ergänzungsband zu Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen. Mit 36 Tafeln. Berlin 1904. Verlag von Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen.

Herausgegeben auf Veranlassung des Vereines deutscher Maschinen-Ingenieure.

Das Werk bringt die Beschreibung von 81 Drehgestellen der verschiedenen Länder in übersichtlicher Anordnung mit kurzer leicht verständlicher Angabe der wichtigsten Eigenschaften und Einzellösungen. Insbesondere sind auch viele Gestelle aus der Heimat der Drehgestelle, Nordamerika, mitgeteilt.

Diese Bearbeitung eines der wichtigsten Glieder des heutigen Wagenbaues bildet für den Eisenbahn-Maschinen-Techniker ein um so wirksameres Hülfsmittel, als sie mit klaren Zeichnungen in ausreichendem Mafsstabe reichlich ausgestattet ist. Die Schriftleitung der bekannten Fachzeitschrift hat sich durch die zeitgemäfse Herausgabe des Werkes ein wesentliches Verdienst um das Eisenbahnwesen erworben.

Kapitalanlage. Anleitung zu zweckmäfsiger und vorteilhafter Vermögensverwaltung für alle Stände. Zweite durchgesehene und ergänzte Auflage. Von Sigmund Schott. Preis 1 M. P. Waltzel, Freiburg i. B. und Leipzig.

Das Heft enthält eine knappe, aber klare Erörterung aller Verhältnisse und Gesichtspunkte, die bei den verschiedenen Formen der Vermögensanlage in Frage kommen unter Bezugnahme auf die Besonderheiten der wichtigsten in Frage kommenden Länder. Das Werk ist geeignet, dem nicht im Geschäftsleben, insbesondere im Geldverkehre Stehenden einen Einblick in die wichtigen Grundlagen der Beurteilung einer Vermögensanlage zu eröffnen, daher allen Ständen zu empfehlen.

Geschäftsberichte und statistische Mitteilungen von Eisenbahnverwaltungen.

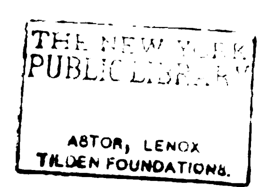
1. Statistik des Rollmateriales der Schweizerischen Eisenbahnen nach dem Bestande am Ende des Jahres 1903. Herausgegeben vom schweizerischen Post- und Eisenbahndepartement. Bern 1904.

2. Schweizerische Eisenbahnstatistik für das Jahr 1903. XXXI. Band. Herausgegeben vom Schweizerischen Post- und Eisenbahndepartement. Bern im Mai 1905.

3. Internationaler Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verein. Internationaler Strafsenbahn- und Kleinbahn-Kongrefs. Wien 5. bis 8. September 1904. 13. Hauptversammlung des Vereines. Ausführlicher Bericht. Brüssel, 6 Impasse du Parc, General-Sekretariat.

Der Bericht enthält eine grofse Fülle wichtiger und wertvoller Angaben über das ganze Strafsen- und Kleinbahn-Wesen, er wird als eine der ergiebigsten Quellen auf diesem Gebiete besonders empfohlen.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Inhalt des neunten Heftes, September 1905.

Original-Aufsätze.

Nachruf.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines, Beschreibungen und Mitteilungen von Bahnlinien und -Netzen.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Maschinen- und Wagenwesen.

Betrieb.

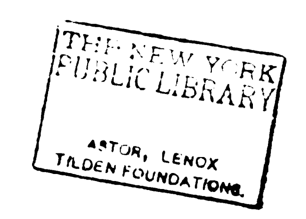
Elektrische Eisenbahnen.

Technische Litteratur.

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.





ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band. Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. **9. Heft. 1905.**

Die Lokomotiven auf der Weltausstellung in St. Louis 1904.

Von **Fr. Gutbrod,** Regierungsbaumeister in Halle a. S.

Hierzu Mafszusammenstellung auf Tafel LIV und Zeichnungen Abb. 1 bis 35 auf den Tafeln LV bis LVII.

I. Allgemeine Angaben.

Wenn auf der Ausstellung in Paris*) unter der grofsen Zahl von Lokomotiven nur vier amerikanischen Ursprunges waren, so gilt von der Ausstellung in St. Louis das Umgekehrte, da aufser Deutschland keine ausländische Nation — von Modellen, Photographien und Beschreibungen abgesehen — mit Lokomotiven vertreten war. Man konnte daher auf diesem Gebiete mit mehr Fug und Recht von einer Ausstellung der Vereinigten Staaten, als von einer Weltausstellung sprechen. Die Gründe hierfür liegen nahe genug und ergeben sich aus der schwierigen überseeischen Versendung der grofsen und schweren Ausstellungsgegenstände, die eine umständliche Zerlegung und Verpackung und ein sehr kostspieliges Wiederzusammenbauen, noch dazu in fremdem Lande mit namentlich in Amerika für die Bauweise unseres Festlandes durchaus ungeeigneten Arbeitern bedingte. Dazu kam als weiterer Grund für die Zurückhaltung der Mehrzahl der europäischen Werke die durch die Ausstellung in Chicago hinlänglich verbürgte Tatsache, dafs bei den hohen Schutzzöllen, mit denen die Vereinigten Staaten die Auslandserzeugnisse dieses Gewerbezweiges belegen, auf einen wirklichen Absatz in den Vereinigten Staaten, der allein die grofsen Opfer rechtfertigen konnte, nicht gerechnet werden durfte.

Wenn sich trotzdem die deutschen Werke nicht haben abhalten lassen, die Ausstellung zu beschicken, und Mühe und Kosten nicht gescheut haben, so mag aufser dem Bestreben, die Leistungsfähigkeit des deutschen Lokomotivbaues im Wettbewerbe mit dem Auslande der Fachwelt wieder einmal vor Augen zu führen, vor allem auch die richtige Erwägung den Ausschlag gegeben haben, dafs grade diesem Gebiete des Ingenieurwesens bei dem erwarteten starken Besuche des Auslandes durch eine Beschickung der Ausstellung neue Absatzgebiete in anderen Ländern, namentlich in Südamerika, geschaffen würden.

Wenn auch nach dem Gesagten die Weltausstellung im »Transportgebäude« nach Abzug von Deutschland zu einer Landesausstellung der Vereinigten Staaten von Amerika zusammenschmolz, so kann immerhin mit Genugtuung festgestellt werden, dafs sie wenigstens mit Bezug auf die Vereinigten Staaten ein ziemlich vollständiges Bild von dem Stande des dortigen Lokomotivbaues wiedergab. Dafs die Ausstellung aber trotzdem der Mehrzahl der Fachleute nur wenig Neues bot, ist leicht zu verstehen, wenn man berücksichtigt, dafs kaum ein anderer Zweig des Gewerbes der Vereinigten Staaten von den Ingenieuren unseres Festlandes, namentlich von den deutschen, seit der Ausstellung in Chicago unausgesetzt so eifrig verfolgt und in der Fachwelt so eingehend besprochen ist, wie der Lokomotivbau.

Im ganzen waren 40 Lokomotiven ausgestellt, von denen 34 auf die Vereinigten Staaten, der Rest auf das Ausland entfielen, und zwar vier auf Deutschland, eine auf Frankreich und eine englische auf Kanada.

Deutschland war durch zwei seiner gröfsten Lokomotivwerke: Henschel und Sohn in Cassel und die Hannoversche Maschinenbau Aktien-Gesellschaft vormals Georg Egestorff in Linden vor Hannover vertreten.

Die Lokomotivbauanstalt Henschel und Sohn, Cassel, hatte drei Lokomotiven ausgestellt und zwar:

Eine 2/6 gekuppelte Dreizylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive, Bauart Wittfeld, die sich im Frühjahre 1904 an den bekannten Schnellfahrtversuchen auf der Militärbahn Berlin-Zossen beteiligt hatte,

eine 2/2 gekuppelte Tenderlokomotive für Anschlufsgleise und Verschiebezwecke auf Werkbahnen,

eine 3/3 gekuppelte Schmalspur-Tenderlokomotive für leichten Oberbau für Plantagenbetrieb, Kleinbahnen und dergleichen.

Die Hannoversche Maschinenbau Aktien-Gesellschaft hatte eine 2/5 gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive, Bauart von Borries, mit Pielock-Überhitzer im Langkessel ausgestellt.

*) Organ 1901, S. 12, 29, 55, 75.

Frankreich hatte zwar selbst keine Lokomotive für die Ausstellung hinübergesandt, dagegen hatte die Pennsylvania-Eisenbahn eine im Herbste 1903 für Versuchszwecke von der Société Alsacienne de Constructions mécaniques in Belfort gekaufte, 2/5 gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive Bauart de Glehn, zu den im Transportgebäude auf dem Lokomotivversuchstande*) veranstalteten Fahrten mit herangezogen.

Die von der Canadischen Lokomotiv-Gesellschaft in Kingston, Ontario, für die Prince Edward-Island-Eisenbahn erbaute 2/4 gekuppelte Zwillings-Personenzuglokomotive für Schmalspur wurde zwar im Ausstellungskataloge als englische Lokomotive aufgeführt, konnte jedoch als eigentliche Vertreterin des englischen Lokomotivbaues deshalb nicht gelten, weil sie, wohl hauptsächlich mit Rücksicht auf Verkaufszwecke, vollständig nach amerikanischem Muster gebaut war, wie die Bauart des Kessels und der Barrenrahmen auf den ersten Blick zeigten.

Die verbleibenden 34 Lokomotiven entfielen auf die Vereinigten Staaten. Die grofsen Lokomotivbauanstalten dieses Landes waren alle vertreten und zwar in folgender Stärke:

die Baldwin-Lokomotiv-Werke, Philadelphia mit 14 Lokomotiven,

die Amerikanische Lokomotiv-Gesellschaft, New-York, mit 13 Lokomotiven,

die Rogers-Lokomotiv-Gesellschaft, Paterson, mit 5 Lokomotiven,

die Lima Lokomotiv- und Maschinenbau-Gesellschaft in Lima, Ohio, führte als Sondererzeugnis eine Gebirgslokomotive mit Kegelräderantrieb vor (Shay);

endlich hatte das Hicks-Lokomotiv- und Ausbesserungs-Werk noch eine 2/4 gekuppelte Personenzuglokomotive älterer Bauart ausgestellt, die von diesen Werken ausgebessert und umgebaut worden war.

Die Amerikanische Lokomotiv-Gesellschaft bildet einen Ring, »Concern«, den eine Anzahl leistungsfähiger Lokomotivwerke 1901 in das Leben gerufen hat, um sich durch gemeinsamen Einkauf der Rohstoffe, sowie durch gegenseitige Unterstützung zur Einhaltung kurzer Lieferfristen des von Jahr zu Jahr gewachsenen gefährlichen Wettbewerbes der Baldwin Locomotive Works mit Erfolg erwehren zu können. Dieser Vereinigung gehörten bislang neun Werke an; seit Januar dieses Jahres ist auch die Rogers Locomotive Co. beigetreten. Die Stärke der Beteiligung der einzelnen Werke an der Ausstellung wird späterhin angegeben.

Nach Gattungen getrennt waren einschliefslich der ausländischen Lokomotiven

21 Personen- oder Schnellzuglokomotiven,
15 Güterzuglokomotiven,
3 Tenderlokomotiven,
1 Gebirgslokomotive

ausgestellt und zwar verteilen sich diese Gattungen auf die einzelnen Werke wie folgt:

*) Organ 1904, S. 94.

Lokomotiv-Bauanstalt	Personenzug-Lokomotiven	Güterzug-Lokomotiven	Tender-Lokomotiven	Gerbirgs-Lokomotiven
Henschel und Sohn, Cassel	1	—	2	—
Hannoversche Maschinenbau A.-G.	1	—	—	—
Société Alsacienne, Belfort	1	—	—	—
Canadische Lokomotiv-Gesellschaft	1	—	—	—
Baldwin Lokomotiv-Werke	8	6	—	—
Schenectady-Werke	3	4	—	—
Brooks-Werke	3	1	—	—
Richmond-Werke	—	1	—	—
Dickson-Werke	—	—	1	—
Rogers Lokomotiv-Werke	2	3	—	—
Hicks Lokomotiv- und Ausbesserungs-Werk	1	—	—	—
Lima Lokomotiv- und Maschinenbau-Gesellschaft	—	—	—	1
Zusammen	21	15	3	1

Unter den Lokomotiven waren 36 für Regelspur und nur vier für Schmalspur. Zu den Schmalspurlokomotiven gehörte die 2/4 gekuppelte Personenzuglokomotive der Canadian Locomotive Co., eine 3/4 gekuppelte Güterzuglokomotive der Schenectady Works für Japan, eine 3/3 gekuppelte Tenderlokomotive von Henschel und Sohn und eine 2/2 gekuppelte Tenderlokomotive der Dickson Works.

Nach der Wirkungsweise des Dampfes geordnet ergaben sich 30 Zwillings- und 10 Verbundlokomotiven. Die Zwillingslokomotive überwog also ganz erheblich.

Auf die einzelnen Länder verteilten sich die beiden Bauarten folgendermafsen:

Ursprungsland	Zwillings	Verbund
Deutschland	2	2
Frankreich	—	1
Canada	1	—
Amerika	27	7

Daraus ergibt sich, dafs von den amerikanischen Ausstellungslokomotiven beinahe 80 % mit Zwillingsdampfmaschine ausgerüstet waren.

Nach den vier Gattungen getrennt ergibt sich für Zwillings- und Verbundlokomotiven folgende Zusammenstellung:

Gattung	Zwillings	Verbund
Personenzug-Lokomotiven	14	7
Güterzug-Lokomotiven	12	3
Tender-Lokomotiven	3	—
Gebirgs-Lokomotiven	1	—

Während also von den Personenzuglokomotiven ein Drittel mit Verbundwirkung ausgerüstet war, besafsen unter den Güterzuglokomotiven drei Viertel Zwillingsanordnung.

Nach der Zahl der Zylinder getrennt ergibt sich folgende Tafel für die Verbundlokomotiven:



Zylinderzahl	Personenzug-Lokomotiven	Güterzug-Lokomotiven
Zwei	—	1
Drei	1	—
Vier	6	2

Im übrigen bestätigte die Ausstellung in St. Louis nur von neuem die schon von früheren Ausstellungen her bekannten Eigenheiten des amerikanischen Lokomotivbaues, die in Kürze hier aufgezählt werden mögen:

Grofse Achsbelastung, ermöglicht durch den schwereren Oberbau, namentlich die schwereren Schienen und den kleinern Schwellenabstand. Das Triebachsgewicht beträgt durchschnittlich 20 t, als Höchstwert 25 t und steigt gelegentlich noch höher. Das Laufachsgewicht geht ebenfalls über 20 t hinaus;

weitere Umgrenzungslinie als bei den europäischen Bahnen üblich;

Kessel mit grofsen Heizflächen, erheblich gröfser als auf unserem Festlande, als eine Folge der höheren Achsdrücke und der weitern Umgrenzungslinie. Die Kesseldurchmesser betragen bei Personen- und Schnellzuglokomotiven im Durchschnitte 1700 mm, bei Güterzuglokomotiven 1800 mm, und erreichen bei den neuesten Lokomotiven 2000 mm und 2135 mm. Die Heizröhren haben entsprechend an Zahl und auch an Länge zugenommen. Längen von 4800 mm bilden den Durchschnitt, doch sind solche von 5600 bis 6000 mm keine Seltenheit. Gelegentlich steigt die Länge auf 6400 mm;

demgemäfs beträgt die Heizfläche im Mittel 300 qm und hat mit 518,4 qm bei der Mallet-Lokomotive ihren Höchstwert erreicht.

Auf dieser Eigenschaft beruht die unbedingte Überlegenheit der amerikanischen Lokomotive über jeder europäischen. Eine durchschnittliche Belastung der Heizfläche mit 4 bis 5 P.S./qm gestattet eine Beanspruchung des Kessels für längere Zeit mit der doppelten Belastung ohne die Gefahr der Erschöpfung des Kessels, die bei unseren Lokomotiven oft genug den teueren Vorspann und den noch teuerern Bereitschaftsdienst bedingt. Dabei gestatten die hohe zulässige Achsbelastung und die weite Umrifslinie einen erheblichen Teil des Kesselgewichtes als Triebachslast für die Zugkraft nutzbar zu machen und vermeidet die in jeder Beziehung unliebsame Vermehrung der Laufachsen.

Die Rostfläche hat mit dem schnellen Anwachsen der Heizfläche nicht Schritt halten können, da ihren Abmessungen durch verschiedene Umstände, vor allem durch die Möglichkeit der Beschickung und die erforderliche Luftzufuhr ein für allemal bestimmte Grenzen gesetzt sind. Rostflächen von 4,5 qm sind zulässig, solche von 6,7 qm und mehr stellen an den Heizer ungebührliche Anforderungen.

Mit der Gröfse der Rostfläche findet aber auch die Gröfse der Feuerbüchse und damit die Gröfse der feuerberührten Heizfläche ihre Grenze, und alle nur erdenklichen Mittel zur Erhöhung der Abmessungen der Feuerbüchse durch Formgebung der Feuerkistenwände haben diese Heizfläche, von vereinzelten Ausnahmen abgesehen, nicht über 17 qm hinauszutreiben vermocht. Demgemäfs findet man auch bei grofsen Kesselheizflächen stets ein erhebliches Zurückbleiben der feuerberührten hinter der ganzen Heizfläche; während bei den älteren amerikanischen Lokomotiven das Verhältnis der feuerberührten zur ganzen Heizfläche 9 bis 10 % betrug, ist dieser Wert bei den Ausstellungslokomotiven durchschnittlich auf 5 % und bei der Mallet-Lokomotive sogar auf 3,93 % heruntergegangen. Da somit bei grofsen Kesselheizflächen eine weitere Erhöhung der Heizfläche nur durch Vergröfserung der nicht vom Feuer berührten Heizfläche und damit nur durch eine erhebliche Vermehrung des toten Gewichtes erfolgen kann, so erscheint es fraglich, ob Lokomotiven von den Abmessungen der 5/7 gekuppelten Güterzuglokomotive der Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn und der Mallet-Lokomotive berechtigt sind.

Die bekannte hohe Lage der Kessel wird durch die breiten Feuerbüchsen bedingt, falls man sich nicht zu geteilten Rahmen entschliefsen will, die in Amerika bis jetzt nur vereinzelt zur Ausführung gelangt sind, und bei den Schnellzuglokomotiven aufserdem durch die grofsen Durchmesser der Triebräder.

Die innere Ausrüstung der Rauchkammer ist im wesentlichen die alte geblieben. Zu erwähnen sind die schräge Ablenkplatte vor den Heizröhren mit in der Regel verstellbarem unterm Ende zwecks Regelung des Durchzuges der Feuergase durch die tief und hoch liegenden Heizröhren; die Verhütung des Überreifsens von Zinder aus der Feuerbüchse nach der Rauchkammer durch die Ablenkplatte und des Ablagerns von Zinder vor den unteren Heizrohren, das die Verdampfung beeinträchtigt; der geringere Funkenauswurf; der tiefe Stand des Blasrohres und die erheblich gröfsere Luftverdünnung um 150 bis 180 mm Wassersäule. Die Länge der Rauchkammer hat wieder abgenommen, da die Ablenkplatte und die Stellung der Funkenlöschvorrichtungen dahin arbeiten, die nach der Rauchkammer durchgerissenen Zindermassen erst zu unschädlicher Gröfse zu zerkleinern und durch die Siebe und den Schornstein in das Freie auszuwerfen, sodafs für Ablagerungen ein sehr geringer Raum erforderlich ist.

Der Rahmen wird nach wie vor als Barrenrahmen ausgeführt, nur wird die teuere Herstellung aus Schweifseisen mehr und mehr durch Stahlgufs verdrängt. Rücksichten auf die Zusammensetzung allein bedingen auch bei Stahlgufsrahmen die Herstellung aus zwei, manchmal drei Einzelteilen, die nach Einbringung des Sattelstückes der Zylinder und anderer Teile mit kräftigen Schraubenbolzen verbunden werden. Die Vorteile der geringern Bauhöhe der Barrenrahmen namentlich über den Achslagerausschnitten und die bessere Zugänglichkeit innen liegender Teile sind bekannt, ebenso wie die Nachteile einer unzureichenden Versteifung der Rahmenhälften und der beiderseitigen Rahmen gegeneinander. An den beiden Enden werden die Rahmen neuerdings vielfach als Plattenrahmen ausgeführt, um die häufig beobachteten Brüche zu vermeiden, die am Stirnende durch Wasserschläge in den Zylindern und am hintern Ende durch das starke Herabziehen des Rahmens zwecks Aufsetzens der breiten Feuerkiste entstehen.

Die Verbindung zwischen Rahmen und Kessel erfolgt nach wie vor am vordern Ende durch das Sattelstück nebst Zylindern und an der Feuerkiste in der Regel durch Stahlgufsböcke,

die mit dem Bodenringe durch nach unten reichende Flansche fest verbunden sind und auf der obern Fläche des Rahmens gleiten. Die Stützung des Langkessels auf dem Rahmen erfolgt durch hohe Bleche von 9 bis 15 mm Stärke, die wegen der starren Verbindung zwischen Kessel und Rahmen die nötige seitliche Nachgiebigkeit besitzen müssen, um der Ausdehnung des Kessels durch Verbiegung zu folgen.

Die Zylindergufsstücke sind in der Mehrzahl noch immer zweiteilig mit gleichhälftiger senkrechter Trennfuge und nur neuerdings vereinzelt dreiteilig wegen der zuvor erwähnten Ausbildung des vordern Rahmenendes als Plattenrahmen.

Flachschieber werden namentlich mit Rücksicht auf die hohen Kesselspannungen mehr und mehr verdrängt durch Rundschieber mit federnden Dichtungsringen. Umlauf- und Sicherheitsventile waren auch hier die Folge zur Vermeidung der Pumpwirkung der Zylinder beim Fahren mit geschlossenem Regler und unzulässiger Spannungen in den Dampfzylindern.

Die Triebwerke sind in allen Teilen übertrieben schwer und bedingen grofse Gegengewichte in den Trieb- und Kuppelrädern. Um so angezeigter erscheinen die in der letzten Zeit zu Tage tretenden Nachahmungen unserer ausgeglichenen Vierzylindertriebwerke für Schnellzuglokomotiven. Die Durchbildung einzelner Maschinenteile ist oft geradezu fehlerhaft.

Innen liegende Stephenson-Steuerung mit offenen oder gekreuzten Stangen findet sich noch allenthalben, nur die Mallet-Lokomotive, bei der innen liegende Steuerung ausgeschlossen ist, weist als erste amerikanische aufsen liegende Steuerung nach Heusinger auf. Die Steuerungsantriebe sind in allen Teilen schwer, namentlich bei Güterzuglokomotiven infolge der wiederholten Umführung der innen liegenden Schubstangen um die Triebachsen. Die zahlreichen Gelenke und Bolzen bedingen reichlich toten Gang. Auffallender Weise ist die Steuerung trotzdem grundsätzlich nicht nachstellbar.

Als Umsteuerungsvorrichtung dient durchweg das gewöhnliche Steuerhändel, nur die Mallet-Lokomotive besitzt aufserdem Dampfumsteuerung. Hervorgehoben zu werden verdienen die kräftige Ausbildung der Steuerungszugstange, die in der Regel aus gezogenem Stahlrohre von 120 bis 150 mm Durchmesser besteht, und die starken Abmessungen der Steuerwelle nebst ihrer Lagerung im Gegensatze zu der wenig steifen Durchführung dieser Teile an unseren Lokomotiven, die daher zu schneller Abnützung neigen und häufig zu unrichtiger und fehlerhafter Dampfverteilung Veranlassung geben.

Auf die vorteilhafte Ausbildung und Unterbringung der Kessel-Ausrüstungsteile ist von verschiedenen Seiten wiederholt gebührend hingewiesen worden.

Die Verwendung von elektrischen Scheinwerfern auf der Rauchkammer vor dem Schornstein von Personen- und Schnellzuglokomotiven, die durch einen kleinen Dampfturbinen-Stromerzeuger betrieben werden, ist eine der jüngsten Errungenschaften. Die Beleuchtung der Strecke auf grofse Entfernungen erhöht zweifellos das Sicherheitsgefühl der Lokomotivmannschaft beim Fahren in der Dunkelheit; ob das rechtzeitige Erkennen der Signale nicht beeinträchtigt wird, ist noch nicht einwandsfrei festgestellt.

Das Bremsgestänge ist durchgängig sehr kräftig. Bemerkenswert ist, dafs alle Räder auch dann, wenn beiderseitig hinreichend Platz für die Anbringung der Bremsklötze vorhanden ist, nur einseitig gebremst werden.

Die Sicherung der Schmiegsamkeit der Lokomotiven mit grofsem Achsstande durch Fortlassen der Spurkränze an einem oder gar mehreren Radsätzen verschwindet allmälig bis auf wenige Ausnahmen, nachdem man erkannt hat, dafs der Widerstand durch rasche Abnutzung der vordern Spurkränze erheblich gesteigert wird. Wo Achssätze ohne Spurkränze vorhanden sind, erhalten sie in den Achsbüchsen seitlichen Spielraum von 25 mm und die Köpfe der Kuppelstangen auf den Zapfen seitlichen Spielraum von 4 bis 5 mm.

Die Hauptabmessungen der Ausstellungs-Lokomotiven sind in den Zusammenstellungen auf Tafel LIV gegeben. In diesen sind die 2/4 gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive der Baltimore und Ohio-Eisenbahn, 1893, und die 2/4 gekuppelte Personenzuglokomotive des Hicks-Lokomotiv- und Ausbesserungs-Werkes unberücksichtigt geblieben, da ihre Abmessungen veraltet sind.

(Fortsetzung folgt.)

Die vorteilhafteste Belastung der Güterzüge.

Von **A. Rühle von Lilienstern.**

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XLVII.

Jahn hat in seinen Beiträgen zur Bestimmung der günstigsten Geschwindigkeit der Güterzüge mit Recht darauf hingewiesen, dafs es für den Betrieb von gröfserer Bedeutung sei, die vorteilhafteste Belastung der Züge kennen zu lernen, weil der Zug bei seiner Fahrt über die wechselnden Neigungsverhältnisse einer Bahnstrecke wohl die Geschwindigkeit, nicht aber die Belastung ändern könne. Jahn hat auch den Weg gezeigt, auf dem sich unter Benutzung der von mir aufgestellten Formeln diese Belastung rechnerisch bestimmen läfst.*)

Das von mir in der Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen, Jahrgang 1899, S. 507 gegebene zeichnerische Verfahren zur Bestimmung der Zugstärken ist aber bei Benutzung der inzwischen gewonnenen Ergebnisse für den gedachten Zweck ebenfalls brauchbar und bietet, wie die Durchführung an einem Beispiele zeigt, den den zeichnenden Verfahren eigentümlichen Vorteil leichter Übersicht über die bei der Zugförderung in Frage kommenden Verhältnisse.

In Abb. 1, Taf. XLVII ist der Längenschnitt einer zu untersuchenden Bahnstrecke gezeichnet, und darunter, als Abb. 2, Taf. XLVII, ein Liniennetz eingetragen, wie es aus den gezeichneten Fahrplänen der Eisenbahn-Verwaltungen hinreichend bekannt ist. Der Längenmafsstab dieses Netzes stimmt mit dem des Längenschnittes 1 : 370000 überein und der Zeitmafsstab

*) Organ 1902, S. 216.



ist so gewählt, dafs eine Minute = 1,5 mm, 1 mm = 40 Sekunden ist. Aus dem Verhältnisse zwischen Weg- und Zeiteinheit ergibt sich der Mafsstab der Geschwindigkeiten, wie er als Abb. 3, Taf. XLVII in km/St dargestellt ist.

In Abb. 4, Taf. XLVII*) sind die zulässigen Belastungen der Lokomotive für verschiedene Geschwindigkeiten und Steigungsverhältnisse dargestellt. Abb. 4 ist also die zeichnerische Darstellung der für die betreffende Lokomotivgattung berechneten Belastungstafel, wie sie jede Verwaltung für ihre Lokomotiven besitzt. Hier ist die von Jahn früher**) gegebene Darstellung einer 2/3 gekuppelten Güterzuglokomotive von 70 t Eigengewicht benutzt. Andernfalls mufs die von der betreffenden Verwaltung festgestellte Belastungstafel der Lokomotivgattung neu aufgetragen werden.

Aus Abb. 4, Taf. XLVII ist zu entnehmen, welche Belastungen und welche Geschwindigkeiten bei Ausnutzung der Zugkraft auf einer bestimmten Steigung zulässig sind. So gehört beispielsweise zu einer Belastung von 500 t und einer

Steigung von	1:150	1:200	1:300	1:400	1:500	1:1000
die Geschwindigk.	16	22	30	35	38	45 km/St

Demgemäfs sind in Abb. 1, Taf. XLVII unter dem Längenschnitte die Geschwindigkeiten für 3 verschiedene Belastungen unter den zugehörigen Neigungen eingetragen, wobei man

für die Fahrrichtung	A B	die Belastungen	800	600	400 t
« «	B A	«	400	300	200 t

in Rechnung gezogen hat. Die untere Grenze der Belastung ist hierbei durch die obere Grenze der Geschwindigkeit und umgekehrt gegeben. Man ist davon ausgegangen, dafs die Geschwindigkeit auf der stärksten Steigung noch 10 km/St betragen soll, während sie im Gefälle und auf der Wagerechten die durch die Betriebsordnung gegebene Grenze von 45 km/St nicht überschreiten darf.

Unter Benutzung des Geschwindigkeitsmafsstabes sind nun die Fahrzeiten-Linien durch Abschieben leicht zu zeichnen und in Abb. 2, Taf. XLVII eingetragen.

Es ergibt sich daraus, dafs an Fahrzeit erforderlich ist:

Belastung	Fahrzeit
a) bei der Talfahrt.	Fahrrichtung A B.
400 t	62 Minuten
600 «	70 «
800 «	77 «
b) bei der Bergfahrt.	Fahrrichtung B A.
200 t	64 Minuten
300 «	78 «
400 «	100 «

Berechnet sich der Aufwand für 1 Stunde Güterzugarbeit*) an Gehältern, Löhnen, Fahrgeldern, Kohlen- und Wasser-Verbrauch auf 12 M/St = 20 Pf/Min, so ergeben sich folgende Kosten der Zugförderung auf der rund 44 km langen Strecke A B:

Belastung.	Kosten für 1 Fahrt.	Kosten für 1 t.
a) bei der Talfahrt.	Fahrrichtung A B.	
400 t	12,40 M	3,1 Pf
600 «	14,00 «	2,3 «
800 «	15,40 «	1,9 «
b) bei der Bergfahrt.	Fahrrichtung B A.	
200 t	13,80 M	6,9 Pf
300 «	15,60 «	5,2 «
400 «	20,00 «	5,0 «

Man erkennt ohne weiteres, dafs hier in beiden Fahrrichtungen den schwerer belasteten, aber langsamer fahrenden Zügen der Vorzug zu geben ist.

Wenn beispielsweise die täglich zu befördernde ganze Last in beiden Fahrrichtungen durchschnittlich 1600 t beträgt, so wird man in jeder Richtung vier Züge zu 400 t gehen lassen, wofür sich die Kosten der Zugförderung auf 4 . (12,4 + 20,0) = 129,6 M stellen. Man könnte auch nur je zwei Züge zu 800 t verkehren lassen, wobei aber die aufwärts verkehrenden Züge Doppelbespannung erhalten müfsten. Dann tritt zu den hierfür aufzuwendenden Kosten von 2 . 15,4 + 2 . 2 . 20 = 110,8 M nach der Aufwand für die leer zurückkehrenden beiden Vorspannlokomotiven hinzu. Da deren Fahrzeit (Abb. 2, Taf. XLVII) 59 Minuten beträgt und jede Minute mit 10 Pf. in Rechnung gestellt werden kann, so ist der Aufwand für eine Leerfahrt 59 . 0,1 = 5,9 M. Demnach sind die täglichen Kosten der Zugförderung bei dieser Betriebsweise 110,80 + 2 . 5,9 = 122,6 M. Hiernach ist Vorspannbetrieb zu empfehlen. Ganz unwirtschaftlich aber wäre es, schnellfahrende Züge mit geringer Belastung zu verwenden. Denn für acht Züge mit 200 t Belastung wären allein 8 . 13,80 = 110,40 M bergwärts aufzuwenden. Hierzu kämen vier zu Tal fahrende Züge von 400 t Belastung mit 4 . 12,4 = 49,60 M und vier rückkehrende Lokomotiven mit 4 . 5,9 = 23,60 M Aufwand, sodafs bei dieser Betriebsweise die Kosten der Zugförderung täglich 183,60 M betragen. Bei 300 Arbeitstagen würden also für dieselbe Leistung 300 . (183,60 — 122,60) = 18300 M mehr als nötig aufgewendet.

*) Zur Berechnung der Belastungslinien in Abb. 4, Taf. XLVII sind folgende Formeln benutzt:

Die Zugkraft aus der Kesselleistung ist $Z^{kg} = \frac{270\, N^{P.S.}}{v^{km/St}}$, wenn N die Pferdestärken und v die Geschwindigkeit bedeutet. Ist H^{qm} die Heizfläche der Lokomotive, so kann $N^{P.S.} = 0{,}65\, H^{qm} \sqrt{v^{km/St}}$ gesetzt werden, sodafs $Z^{kg} = \frac{175\, H^{qm}}{\sqrt{v^{km/St}}} = \frac{C}{\sqrt{v^{km/St}}}$ ist. Für eine 3/3 gekuppelte Güterzuglokomotive von 70 t Gewicht und 120 qm Heizfläche wird C = 21000. Aufserdem ist im Zustande der Bewegung $Z^{kg} = w^{kg/t}\, Q^t$, wenn Q das Zugsgewicht und w die Widerstandsziffer ist. Letztere betrage $w^{kg/t} = 2{,}5 + 0{,}001\, (v^{km/St})^2 + s^{0}/_{00}$, worin s den Steigungswiderstand bedeutet. Der Bogenwiderstand wurde vernachlässigt. Man erhält aus $Z^{kg} = \frac{C}{\sqrt{v^{km/St}}} = w^{kg/t}\, Q^t : Q^t = \frac{C}{w^{kg/t} \sqrt{v^{km/St}}} = \frac{C}{(2{,}5 + 0{,}001\, (v^{km/St})^2 + s^{0}/_{00}) \sqrt{v^{km/St}}}$, also beispielsweise für $s = 10^{0}/_{00}$, $v = 25$ km/St:

$$Q = \frac{21000}{(2{,}5 + 0{,}001 \,.\, 25^2 + 10) \sqrt{25}} = 320 \text{ t.}$$

Bei einem Lokomotivgewichte einschliefslich Tender von 70 t wird die zulässige Belastung bei Ausnutzung der Zugkraft Q' = 250 t.

**) Organ 1902. Taf. XXXI.

*) Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen, Heft-Ausgabe, 1900, S. 209.

Es versteht sich von selbst, dafs diesen Zahlen nur ein Vergleichswert innewohnt, weil die örtlichen Verhältnisse, wie Löhne und Kohlenpreise, überall andere sind, auch zahlreiche Nebenumstände, wie Aufenthaltszeiten, Verkehrschwankungen, Witterungsverhältnisse, hier nicht berücksichtigt werden können. Auch kann in Frage kommen, die Gehälter und Löhne aus dem Kostenvergleich auszuschalten und nur Fahrgelder, Kohlen und Wasserbeschaffung zu berücksichtigen.

Das Beispiel wird aber genügen, um die wirtschaftliche Bedeutung einer richtigen Wahl der Belastungsziffern und Fahrgeschwindigkeiten im Güterzugbetriebe nachzuweisen.

Auch den Bauingenieuren sollten diese Betrachtungen geläufig werden, damit sie den Einflufs der Linienführung auf die Zugförderungskosten richtig beurteilen lernen. Das gebräuchliche Hülfsmittel der Festsetzung einer »Betriebslänge« reicht hierzu nicht aus.

Versuche zur Ermittelung zweckmäfsiger Lieferungsbedingungen für Stellwerks-Drahtseile.

Von **Gadow,** Eisenbahn-Bauinspektor zu Dortmund.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XLVIII.

Einen wichtigen Bestandteil der Drahtzüge bei Stellwerksanlagen bilden die Drahtseile. Sie vermitteln an den Umlenkrollen die Richtungsänderung und an den Signalen, Weichenantrieben und Verschlufsrollen die Kraftübertragung. Von der Haltbarkeit der Drahtseile hängt wesentlich die Zuverlässigkeit der Stellwerkseinrichtungen ab.

Um Leitungsbrüche in Drahtzugstellwerken zu überwachen und gefährliche Weichen- und Signalstellungen zu verhüten, müssen die Stellwerke mit Vorrichtungen ausgerüstet werden, welche die Verschlufsschieber sperren und falsche Signalstellung unmöglich machen, sobald irgendwo ein Leitungsbruch eintritt. Die Leitungsbrüche erfolgen aber, wie die Erfahrung lehrt, fast ausschliefslich, etwa zu 90 %, in den Seilen.

Für die Drahtzüge verwendet man verzinkten Stahldraht von 4 und 5 mm Durchmesser, sie haben eine Bruchfähigkeit von 1200 und 1900 kg und werden nur auf Zug beansprucht. Selbst bei gewalttätiger Kraftäufserung der Weichensteller am Stellhebel ist ein Zerreifsen des Drahtzuges auch dann nicht zu befürchten, wenn der Draht durch längere Witterungseinflüsse gelitten hat.

Viel ungünstiger liegen die Verhältnisse bei den Drahtseilen. Die Seile werden als Ganzes zwar auch nur auf Zug, in den einzelnen Drähten, aus denen sie bestehen, aber aufserdem auf Druck und Biegung beansprucht.

Diesen Umständen wird im allgemeinen durch strenge Vorschriften bei der Lieferung von Drahtseilen für Stellwerkszwecke Rechnung getragen, doch fehlen bisher Versuchsergebnisse über die Eigenart der Drahtseile fast ganz, sodafs die bisher üblichen Bedingungen nur teilweise sachlich begründet sind.

Im Auftrage des Ministers der öffentlichen Arbeiten hat daher der Stellwerks-Ausschufs zur Ermittelung der für die Lieferung von Stahldrahtseilen für die preufsischen Staats-Eisenbahnen zweckmäfsig vorzuschreibenden Bedingungen eingehende Untersuchungen angestellt, welche im nachstehenden erörtert werden sollen.

Bei diesen Untersuchungen ist von der Erwägung ausgegangen, dafs zuverlässige Grundlagen am besten erhalten werden, wenn die zu prüfenden Seile derselben Beanspruchung unterworfen werden, welche sie im Betriebe erfuhren. Demgemäfs erstreckten sich die Versuche nicht nur auf die Feststellung der Festigkeit und Biegsamkeit des Drahtes, die Anordnung der Drähte in der Litze und der Litzen im Seile, sowie die Stärke der Verzinkung, sondern die Seile wurden auf besonderen Vorrichtungen bei einer gleichbleibenden Belastung von 100 kg über Rollen von 230 und 140 mm Durchmesser, den beiden am häufigsten im Betriebe vorkommenden Rollenabmessungen, Doppelbiegungen bis zum Bruche unterworfen.

Die Anzahl der Doppelbiegungen, welche die einzelnen Seile bei einem bestimmten Hube aushalten, bildet einen zuverlässigen Mafsstab für die Beurteilung der Güte der Seile. Die Prüfungseinrichtung ist in Abb. 2 und 3, Taf. XLVIII dargestellt.

Die beiden Enden eines zu prüfenden Seiles werden an zwei Schraubenbolzen S des Kreuzkopfes K befestigt. Das Seil läuft über eine feste Rolle R von 690 oder 420 mm Durchmesser und über drei in einer senkrecht beweglichen Flasche F gelagerte Rollen r von 230 oder 140 mm Durchmesser. Die Flasche Q ist durch Gewichte so belastet, dafs dem Seile eine Spannkraft von 100 kg erteilt wird. Diese kann sich dabei wohl nach unten bewegen und der Dehnung des Seiles nachgeben, nicht aber nach oben, weil sonst Schwankungen durch den natürlichen Spannkraftsunterschied zwischen gezogenem und nachlassendem Seile eintreten würden, und das Seil durch Stofswirkungen eine nicht festzustellende Beanspruchung erfahren könnte. Aus demselben Grunde wird auch die lebendige Kraft der obern festen Rolle R in den Endstellungen durch federnde Buffer B abgebremst. Der Kreuzkopf K ist durch eine Pleuelstange P mit einer Kurbel verbunden, welche durch eine Riemenscheibe angetrieben wird. Der Kreuzkopf macht in der Minute 40 Doppelwege, welchen ebenso viele Doppelbiegungen des Seiles entsprechen und von der obern festen Rolle R durch Übertragung auf ein Zählwerk Z selbsttätig gezählt werden. Eine Zahl von nur 40 Doppelwegen in der Minute wurde gewählt, weil dabei eine den Betriebsverhältnissen der Stellwerke entsprechende Seilgeschwindigkeit erzeugt wird, und weil man von gröfserer Wegzahl unerwünschte Stofswirkungen fürchtete. Beim Bruche des Seiles bleibt die Rolle R stehen und schaltet das Zählwerk aus.

Die auf den Flaschenrollen r liegenden Seilteile ab und cd sind hierbei der S-förmigen Biegung unterworfen, und der Bruch des Seiles erfolgt stets an einer dieser beiden Stellen.

Zwischen der obern Rolle R und den Flaschenrollen r ist eine weitere feste Rolle r^1 angeordnet, welche den Zweck hat, die Prüfungseinrichtung auch für Versuche mit nur einfach zu biegenden Seilen verwendbar zu machen.

Die Festigkeit des zu den Seilen verwendeten Stahles ist

Zusammenstellung Ia. **Seile von 7 und 6 mm Durchmesser.**

Nr.	Durchschnitt aus Werten	Durchmesser des Seiles mm	Bauart des Seiles	Schlaglänge der Litze	Schlaglänge des Seiles	Durchmesser des einzelnen Drahtes mm	Festigkeit des Drahtes kg/qmm	Anzahl der Biegungen bis zum Bruche	Stärke der Verzinkung mm	Durchmesser der Seele mm	Stoff der Seele	Beschaffenheit der Seele	Durchmesser der Seilrolle d mm	Hubbewegung s mm	Belastung während der Probe in kg für das ganze Seil	Belastung während der Probe in kg für 1 qmm Querschnitt	Der erste Drahtbruch erfolgte bei Doppelbiegungszahl	Das Seil riſs bei Doppelbiegungszahl
1	1	7	7×7	18	9	0,7	115	30	0,01	3,8	Hanf	Mit Teeröl	230	560	100	6,1	8067	22450
2 bis 6	5	6	6×19	13	7	0,4	138	44	0,02	3,5	„	Getränkt	230	560	100	7	6554	94098
7 bis 10	4	6	6×19	16	10	0,4	146	39	0,015	3	„	„	230	560	100	7	6920	42685
11 bis 16	6	6	8×12	13	7	0,4	136	44	0,02	4	„	„	230	560	100	8,1	7819	33514
17	1	6	8×12	18	9	0,4	119	39	0,005	3,5	„	„	230	560	100	8,3	8045	37968
18 bis 20	3	6	8×12	14	7	0,4	149	48	0,01	4	„	„	230	560	100	8,3	9758	112155
21 bis 24	4	6	6×12	13,5	10	0,5	144	40	0,015	3	„	„	230	560	100	7,7	10573	28515
25 bis 30	6	6	8×7	13	6	0,55	133	34	0,02	4	„	„	230	560	100	7,5	10594	32636
31 bis 35	5	6	7×7	13	8,6	0,6	108	35	0,01	3,5	„	Ungetränkt	230	560	100	8,2	7908	27363

Zusammenstellung Ib. **Seile von 6 mm Durchmesser.**

Nr.	Durchschnitt aus Werten	Durchmesser des Seiles mm	Bauart des Seiles	Schlaglänge der Litze	Schlaglänge des Seiles	Durchmesser des einzelnen Drahtes mm	Festigkeit des Drahtes kg/qmm	Anzahl der Biegungen bis zum Bruche	Stärke der Verzinkung mm	Durchmesser der Seele mm	Stoff der Seele	Beschaffenheit der Seele	Durchmesser der Seilrolle d mm	Hubbewegung s mm	Belastung für das ganze Seil	Belastung für 1 qmm Querschnitt	Der erste Drahtbruch erfolgte bei Doppelbiegungszahl	Das Seil riſs bei Doppelbiegungszahl
1 bis 6	6	6	6×19	13	7	0,4	138	44	0,02	3,5	Hanf	Getränkt	140	560	100	7	1781	8362
7	1	6	6×19	16	10	0,4	146	39	0,015	3	„	„	140	560	100	7	2397	8840
8 bis 9	2	6	8×12	13	7	0,4	136	44	0,02	4	„	„	140	560	100	8,3	2731	5950
10	1	6	8×12	18	9	0,4	119	39	0,005	3,5	„	„	140	560	100	8,3	2182	6704
11 bis 12	2	6	8×12	14	7	0,4	149	48	0,01	4	„	„	140	560	100	8,3	2228	10586
13 bis 14	2	6	6×12	13,5	10	0,5	144	40	0,015	3	„	„	140	560	100	7,7	3308	7461
15 bis 18	4	6	8×7	13	7	0,55	133	34	0,02	4	„	„	140	560	100	7,5	2745	7750
19 bis 21	3	6	7×7	13	8,6	0,6	108	35	0,01	3,5	„	Ungetränkt	140	560	100	7,2	2419	4040

Zusammenstellung IIa. **Seile von 5 mm Durchmesser.**

Nr.	Durchschnitt aus Werten	Durchmesser des Seiles mm	Bauart des Seiles	Schlaglänge der Litze	Schlaglänge des Seiles	Durchmesser des einzelnen Drahtes mm	Festigkeit des Drahtes kg/qmm	Anzahl der Biegungen bis zum Bruche	Stärke der Verzinkung mm	Durchmesser der Seele mm	Stoff der Seele	Beschaffenheit der Seele	Durchmesser der Seilrolle d mm	Hubbewegung s mm	Belastung für das ganze Seil	Belastung für 1 qmm Querschnitt	Der erste Drahtbruch erfolgte bei Doppelbiegungszahl	Das Seil riſs bei Doppelbiegungszahl
1 bis 6	6	5	6×12	13	7	0,4	144	29	0,02	3	Hanf	Getränkt	230	560	100	11,1	5541	27418
7 bis 9	3	5	6×12	19	9,5	0,4	138	42	0,015	3	„	„	230	560	100	11,1	9283	27924
10	1	5	6×12	18	9	0,4	119	39	0,005	2,5	„	„	230	560	100	11,1	7082	36654
11 bis 13	3	5	8×7	14	7	0,45	138	38	0,02	3,5	„	„	230	560	100	11,1	9779	28750
14 bis 16	3	5	8×7	13	6,5	0,4	152	47	0,01	3	„	„	230	560	100	14,2	14598	30156
17 bis 20	4	5	7×7	14	7	0,5	122	48	0,02	3	„	„	230	560	100	10,3	10017	35812
21 bis 26	6	5	7×7	15	9	0,5	107	36	0,01	3	„	Ungetränkt	230	560	100	10,3	8026	29929
27 bis 29	3	5	7×7	20	10	0,5	130	36	0,015	2,8	„	Getränkt	230	560	100	10,3	12532	25013
30 bis 32	3	5	6×7	20	10	0,55	128	42	0,015	2,8	„	„	230	560	100	10	12778	26687
33 bis 35	3	5	6×7	20	10	0,5	144	42	0,015	3	„	„	230	560	100	12	5851	17050
36 bis 39	4	5	6×7	14	7	0,55	124	37	0,02	3	„	„	230	560	100	10	8409	20644

Zusammenstellung IIb. **Seile von 5 mm Durchmesser.**

Nr.	Durchschnitt aus Werten	Durchmesser des Seiles mm	Bauart des Seiles	Schlaglänge der Litze	Schlaglänge des Seiles	Durchmesser des einzelnen Drahtes mm	Festigkeit des Drahtes kg/qmm	Anzahl der Biegungen bis zum Bruche	Stärke der Verzinkung mm	Durchmesser der Seele mm	Stoff der Seele	Beschaffenheit der Seele	Durchmesser der Seilrolle d mm	Hubbewegung s mm	Belastung für das ganze Seil	Belastung für 1 qmm Querschnitt	Der erste Drahtbruch erfolgte bei Doppelbiegungszahl	Das Seil riſs bei Doppelbiegungszahl
1 bis 2	2	5	6×12	13	7	0,4	144	29	0,02	3	Hanf	Getränkt	140	560	100	11,1	1780	5190
3 bis 4	2	5	6×12	19	9,5	0,4	138	42	0,015	3	„	„	140	560	100	11,1	2718	7526
5	1	5	6×12	18	9	0,4	119	39	0,005	2,5	„	„	140	560	100	11,1	2282	7669
6 bis 7	2	5	8×7	14	7	0,45	138	38	0,02	3,5	„	„	140	560	100	11,1	3343	5870
8 bis 9	2	5	8×7	13	6,5	0,4	152	47	0,01	3	„	„	140	560	100	14,2	2949	5359
10	1	5	7×7	14	7	0,5	122	48	0,02	3	„	„	140	560	100	10,3	2875	6520
11 bis 13	3	5	7×7	15	9	0,5	107	36	0,01	3	„	Ungetränkt	140	560	100	10,3	2221	4970
14 bis 16	3	5	7×7	20	10	0,5	130	36	0,015	2,8	„	Getränkt	140	560	106	10,3	4493	7393
17 bis 19	3	5	6×7	20	10	0,55	128	42	0,015	2,8	„	„	140	560	100	10	3753	6396
20 bis 22	3	5	6×7	20	10	0,5	144	42	0,015	3	„	„	140	560	100	12	2092	3339
23 bis 27	3	5	6×7	14	7	0,55	124	37	0,02	3	„	„	140	560	100	10	2495	4116

Bemerkung: In Abb. 3, Taf. XLVIII bezeichnet die starke Linie die der Doppelbiegung unterworfenen Teile des Seiles.



Zusammenstellung IIIa. Seile von 4, 3,5 und 3 mm Durchmesser.

Nr.	Durchschnitt aus Werten	Durchmesser des Seiles mm	Bauart des Seiles	Schlaglänge der Litze	Schlaglänge des Seiles	Durchmesser des einzelnen Drahtes mm	Festigkeit des Drahtes kg/qmm	Anzahl der Biegungen bis zum Bruche	Stärke der Verzinkung mm	Durchmesser der Seele mm	Stoff der Seele	Beschaffenheit der Seele	Durchmesser der Seilrolle d mm	Hubbewegung s mm	Belastung während der Probe in kg für das ganze Seil	Belastung während der Probe in kg für 1 qmm Querschnitt	Der erste Drahtbruch erfolgte bei Doppelbiegungszahl	Das Seil rifs bei Doppelbiegungszahl
1	—	4	7×7	18	9	0,4	129	46	0,01	2,5	Hanf	Mit Teeröl	230	560	100	16,3	5353	34650
2 bis 5	4	4	7×7	22	11	0,4	127	46	0,015	2,5	„	Getränkt	230	560	100	16,3	23106	46549
6	1	4	7×7	12	8	0,4	122	41	0,0075	2	„	„	230	560	100	16,3	12815	23532
7 bis 9	3	4	7×7	14	8	0,4	121	47	0,01	2,6	„	Ungetränkt	230	560	100	16,3	23219	69992
10 bis 12	3	4	6×7	14	7	0,45	122	57	0,02	2,3	„	Getränkt	230	560	100	15	11308	25690
13 bis 15	3	4	6×7	14	10	0,4	144	47	0,0075	2,3	„	„	230	560	100	19	5808	21435
16 bis 19	4	4	6×4	14	7	0,55	121	35	0,02	2,5	„	„	230	560	100	17,5	15063	30151
20 bis 23	4	3,5	6×7	14	7	0,35	125	64	0,02	2	„	„	230	560	100	34,5	25151	83039
24 bis 26	3	3	7×7	13	10	0,3	126	48	0,005	1,6	Baumwolle	„	230	560	100	33	10711	21491
27 bis 30	4	3	6×4	14	7	0,4	128	57	0,02	1,6	Hanf	„	230	560	100	33	21637	49132
31	1	3	6×4	12	8	0,4	121	31	0,005	1,3	„	„	230	560	100	33	8600	10513
32 bis 34	3	3	6×4	14	10	0,4	127	37	0,01	1,6	Baumwolle	Ungetränkt	230	560	100	33	8979	13143
Zusammenstellung IIIb. Seile von 4, 3,5 und 3 mm Durchmesser.																		
1 und 2	2	4	7×7	22	11	0,4	127	46	0,015	2,5	Hanf	Mit Teeröl	140	560	100	16,3	5010	10282
3	1	4	7×7	12	8	0,4	122	41	0,0075	2	„	Getränkt	140	560	100	16,3	2292	3453
4 bis 6	3	4	7×7	14	8	0,4	121	47	0,01	2,6	„	Ungetränkt	140	560	100	16,3	4939	8913
7 bis 12	6	4	6×7	14	7	0,45	122	57	0,02	2,3	„	Getränkt	140	560	100	15	3276	5846
13 u. 14	2	4	6×7	14	10	0,4	144	47	0,0075	2,3	„	„	140	560	100	19	2362	3874
15 u. 16	—	4	6×4	14	7	0,55	121	35	0,02	2,5	„	„	140	560	100	17,5	2721	5592
17 u. 18	2	5	6×7	14	7	0,35	125	64	0,02	2	„	„	140	560	100	34,5	3954	8143
19 bis 21	3	3	7×7	13	10	0,3	126	48	0,005	1,6	Baumwolle	„	140	560	100	33	3456	5166
22 u. 23	2	3	6×4	14	7	0,4	128	57	0,02	1,6	Hanf	„	140	560	100	33	4074	6205
24	1	3	6×4	12	8	0,4	121	31	0,005	1,3	„	„	140	560	100	33	2063	2323
25 u. 26	2	3	6×7	14	10	0,4	127	37	0,01	1,6	Baumwolle	„	140	560	100	33	1864	2450

nicht auf der Zerreifsmaschine festgestellt worden, weil diese für so feine Drähte nicht die erforderliche Genauigkeit erwarten liefs; die Drähte wurden langsam bis zum Bruche unmittelbar durch Schrot belastet. Dabei sind aus jedem Seile 10 einzelne Drähte zerrissen, als Festigkeit wurde der Durchschnittswert ermittelt. Der Querschnitt der Drähte ist mittels einer 0.005 mm messenden Mikrometerschraube bestimmt, nachdem die nichttragende Zinkschicht durch verdünnte Salzsäure abgebeizt und die Drähte in reinem Wasser abgespült und dann getrocknet waren.

Aufser der Zugfestigkeit ist die Biegungsfähigkeit der Drähte derart bestimmt worden, dafs die einzelnen Drähte zwischen zwei Stahlbacken, deren Kanten nach einem Halbmesser von 2,5 mm abgerundet waren (Abb. 1, Taf. XLVIII), fest eingespannt und dann um 180° so lange beiderseits hin- und hergebogen wurden, bis der Bruch eintrat. Die erste halbe Biegung um 90° blieb dabei unberücksichtigt.

Die Stärke der Verzinkung ist bei den der Prüfung unterzogenen Drahtseilen in doppelter Weise ermittelt worden. Einmal durch unmittelbare Messung, indem der Durchmesser der Drähte mittels der Mikrometerschraube gemessen, dann der Zink in verdünnter Salzsäure abgebeizt, die Drähte in reinem Wasser gespült, getrocknet und wieder gemessen wurden. Anderseits wurde die Stärke der Zinkschicht noch in der Weise bestimmt, dafs die Drähte in eine Lösung von 1 Teil Kupfervitriol und 5 Teilen Wasser wiederholt je eine Minute lang eingetaucht, in reinem Wasser abgespült und mit einem leinenen Lappen trocken abgewischt wurden. Diese Eintauchungen wurden so oft ausgeführt, bis sich auf den Drähten eine zusammenhängende rote Kupferschicht zeigte, mithin alles Zink in Lösung gegangen war.

Auch hier sind, wie bei den Festigkeits- und Biegungsversuchen von jedem Seile zehn Proben ausgeführt, deren Durchschnittswert als Versuchsergebnis angenommen wurde. Es hat

sich dabei ergeben, dafs eine Zinkschicht von 0,02 mm Stärke 3 bis 4 Eintauchungen in die Kupfervitriollösung von 20 % aushielt, die Drähte zeigten erst bei der vierten Eintauchung einen roten Kupferüberzug. Zwei bis drei Eintauchungen entsprechen einer Zinkstärke von 0,01 bis 0,015 mm, während ein Zinküberzug von 0,005 mm schon bei der ersten Eintauchung vollständig verschwunden war.

Die Seilprüfungen auf der Prüfungsvorrichtung (Abb. 2 und 3, Taf. XLVIII) sind vorzugsweise mit Rollen von 230 mm Durchmesser ausgeführt, weil zum Vergleiche der Ergebnisse an einem bestimmten Rollendurchmesser festgehalten werden mufste. Eine Anzahl Seile ist jedoch auch auf Rollen von 140 mm Durchmesser geprüft, um einen Mafsstab für den Einflufs der Rollendurchmesser auf den Verschleifs der Seile zu gewinnen. Dabei hat sich gezeigt, dafs kleine Rollen, wie sie bei Kurbelwerken vielfach Verwendung finden, einen verderblichen Einflufs auf die Lebensdauer der Seile ausüben. Auf Rollen von 230 mm Durchmesser hielten die Seile 4 bis 10 mal so lange als auf solchen von 140 mm Durchmesser. Der Grund für diese Erscheinung wird weiter unten erörtert werden.

In den Zusammenstellungen I bis III sind die Ergebnisse der ausgeführten Versuche und zwar der Durchschnittswerte aus Reihen von gleichartigen Versuchen.

Man sieht aus diesen Versuchsreihen, dafs die Haltbarkeit der Stahlseile in ziemlich weiten Grenzen schwankt. Selbst Seile derselben Bauart ergaben wesentliche Unterschiede, die nur begründet werden können durch die mehr oder weniger günstige Anordnung der Drähte in den Litzen und der Litzen im Seile. Die Schlaglänge: das Verhältnis der Seil- oder Litzenlänge, auf welche eine volle Umwindung der Litze oder des Drahtes entfällt zum Durchmesser des Seiles oder der Litze, scheint hierbei einen wesentlichen Einflufs auszuüben. Die Schlaglänge derjenigen Seile, welche am besten gehalten haben, beträgt 13 bis 14 in der Litze, 7 bis 8 im Seile; dabei ist fast durchweg die Schlaglänge der Litze annähernd doppelt so grofs als die des Seiles.

Im allgemeinen bestätigen die Versuche das, worauf schon Professor Hrabák in seinem Werke »Die Drahtseile«*) hingewiesen hat, dafs nämlich ein Drahtseil um so haltbarer sein wird, je gröfser die Anzahl und je geringer die Stärke der einzelnen Drähte ist, aus denen ein Seil besteht. Daneben mufs aber aus den Versuchsergebnissen der weitere Schlufs gezogen werden, dafs die Verwendung eines durchaus gleichmäfsigen Stoffes von hoher Festigkeit neben ausreichender Biegsamkeit für die Herstellung eines guten Drahtseiles Vorbedingung ist.

*) Berlin 1902, Verlag von J. Springer.

(Schlufs folgt.)

Die neue Brücke über den Nordseekanal zu Velsen.

Mitgeteilt von **J. Jacob**, Bahndirektor der Holländischen Eisenbahn-Gesellschaft zu Amsterdam.

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 bis 5 auf Tafel XLIX.

Im Anschlusse an die Arbeiten zur Verbesserung des Nordseekanales von Amsterdam nach Ymuiden ist in der Eisenbahn von Haarlem nach Helder in der unmittelbaren Nähe des Bahnhofes Velsen eine neue Brücke gebaut worden.

Die zweigleisige Brücke hat eine bewegliche Öffnung mit 130 m und eine feste von 56 m Länge.

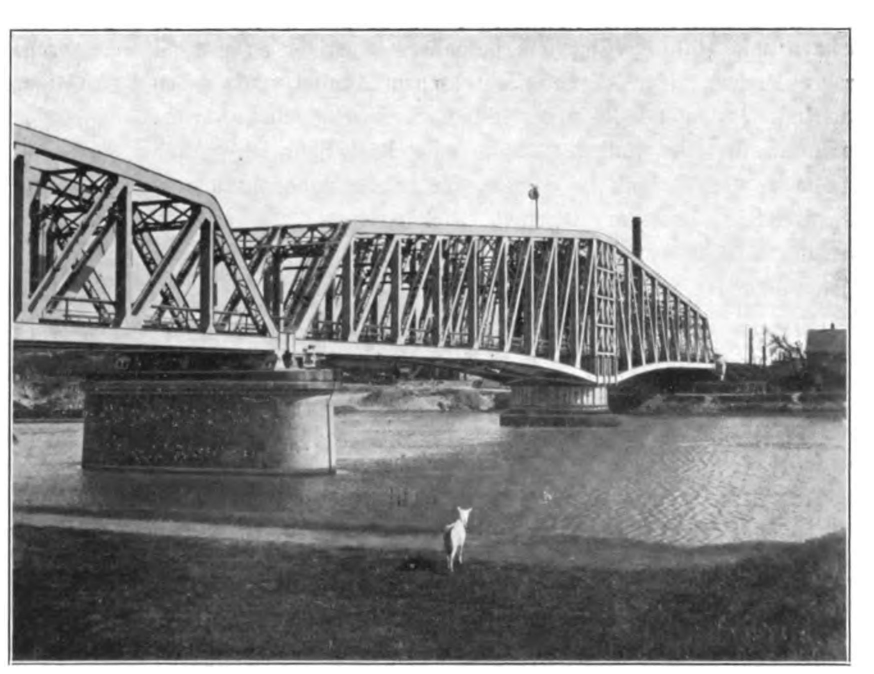
Der Drehpfeiler befindet sich an der Südseite des Kanales; zwischen ihm und dem Zwischenpfeiler befindet sich die Durchfahrtöffnung mit einer lichten Weite von 55 m.

Die beiden Kanalpfeiler sind mittels Prefsluft und die beiden Landpfeiler auf einer einfachen Betonschicht gegründet.

Der Drehpfeiler ist kreisrund mit 14 m Durchmesser. Seine Arbeitskammer hat eine Höhe von 2,50 m, bei einem äufseren Durchmesser von ebenfalls 14 m.

Der Kanalboden wurde an der Stelle der Brücke bis auf 8,50 m Tiefe unter dem Wasser ausgebaggert, dann wurde die Arbeitskammer mit Pfeilermantel zum Einsenken aufgestellt. Das Einsenken ist bis auf 18 m Tiefe getrieben und darauf die Arbeitskammer mit Beton gefüllt. Oberhalb des Wasserspiegels besteht der Pfeiler aus Backsteinmauerwerk mit Granitabdeckung. In der Mitte ist eine senkrechte Öffnung zur Durchführung der elektrischen Stromkabel ausgespart. Der Zwischenpfeiler ist ebenfalls bis zu einer Tiefe von 18 m eingesenkt. Bei den Prefsluft-Arbeiten sind keine besonderen Ereignisse vorgefallen. Die beiden Landpfeiler sind auf einer Betonschicht von 15 m Länge, 5 m Höhe und 6 m Breite aufgebaut.

Abb. 1.



Der Unterbau hat einen Kostenbetrag von rund 670000 M. erfordert.

Der Überbau (Textabb. 1 und Abb. 3 bis 5, Taf. XLIX) der

Drehbrücke und der festen Brücke besteht aus drei Hauptträgern, die Fahrbahn ruht mittels Längs- und Querträgern auf der untern Gurtung der Hauptträger. Die Drehbrücke ruht mittels eines 1,94 m hohen Zylinders von 10,20 m Durchmesser auf 48 kegelförmigen Rollen aus hartem Gufsstahle, die zwischen zweien stählernen Ringen laufen, der untere Laufring ruht auf dem Drehpfeiler.

In der Mitte dieses Drehringes befindet sich eine 1,55 m hohe Spindel (Abb. 3, Taf. XLIX), an der der Drehring mit Speichen befestigt ist.

In geschlossenem Zustande werden die beiden Brückenenden je mit drei von Wasserpressen bewegten Keilen gehoben.

Die Triebmaschinen befinden sich zwischen den Hauptträgern in der Mitte der Brücke unter der Fahrbahnabdeckung, die Ausschalter und Regler befinden sich in einer Signalbude in der Mitte der Brücke am mittlern Hauptträger in einer Höhe von 6 m über Schienenoberkante.

Die Stromerzeugungs-Anlage befindet sich am südlichen Kanalufer, in der unmittelbaren Nähe der Brücke.

Der Überbau wurde geliefert von der Société Cockerill nach den Plänen des Ingenieurs van Schaik.

Die Inbetriebnahme erfolgte am 14. Februar 1905. Der Urheber des Werkes, Herr Oberingenieur C. de Bruyn*) fand während der nächtlichen Arbeiten zur Inbetriebstellung der Brücke vor deren Eröffnung seinen plötzlichen Tod.

*) Organ 1905, S. 104.

Verschiebliche Lagerung des Lokomotivkessels.

Französische Nordbahn.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XLIX.

Im Anschlusse an die Erörterungen des Herrn Busse*) über die Ursachen der Rahmenbrüche teilt der Ingénieur en Chef du Matériel et de la Traction der französischen Nordbahn mit, dafs seine Verwaltung in der Lagerung des Kessels auf Rollen statt auf Gleitflächen eines der Mittel zur Verhütung von Rahmenbrüchen erkennt. Eine bei den neuesten Lokomotiven der französischen Nordbahn angewendete Lösung dieser Art ist in Abb. 1 und 2, Taf. XLIX dargestellt. Die Darstellung bedarf keiner weitern Beschreibung.

Die genannte Verwaltung ist mit dem Ergebnisse bislang zufrieden, es liegt ja auch nahe, dafs dieses an so vielen Stellen im Bauwesen verwendete Mittel auch hier seine günstigen Eigenschaften äufsern kann.

*) Organ 1905, S. 77.

Lokomotiven der San-Juan Serrezuela-Bahn.

Von **King**, Oberingenieur der Lokomotiv-Bauanstalt Borsig in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 9 auf Tafel L und Abb. 1 und 2 auf Tafel LI.

Obschon es in der Argentinischen Republik Hauptbahnen mit einer Spurweite von 1676 mm und von 1435 mm gibt, hat es doch den Anschein, dafs sich grade in diesem Lande die Bahnen mit 1000 mm Spur ein besonders günstiges Arbeitsfeld erobert haben, denn es unterliegt keinem Zweifel, dafs deren Bau mit bedeutend kleineren Summen durchgeführt werden kann, als dies der Fall bei Regel- oder Breit-Spur ist. Auch ist heute die Technik im Stande, für solche Bahnen mit verhältnismäfsig leichtem Oberbau Lokomotiven von solcher Leistungsfähigkeit zu bauen, dafs diese Linien kaum mehr als Klein- oder Nebenbahnen betrachtet werden können.

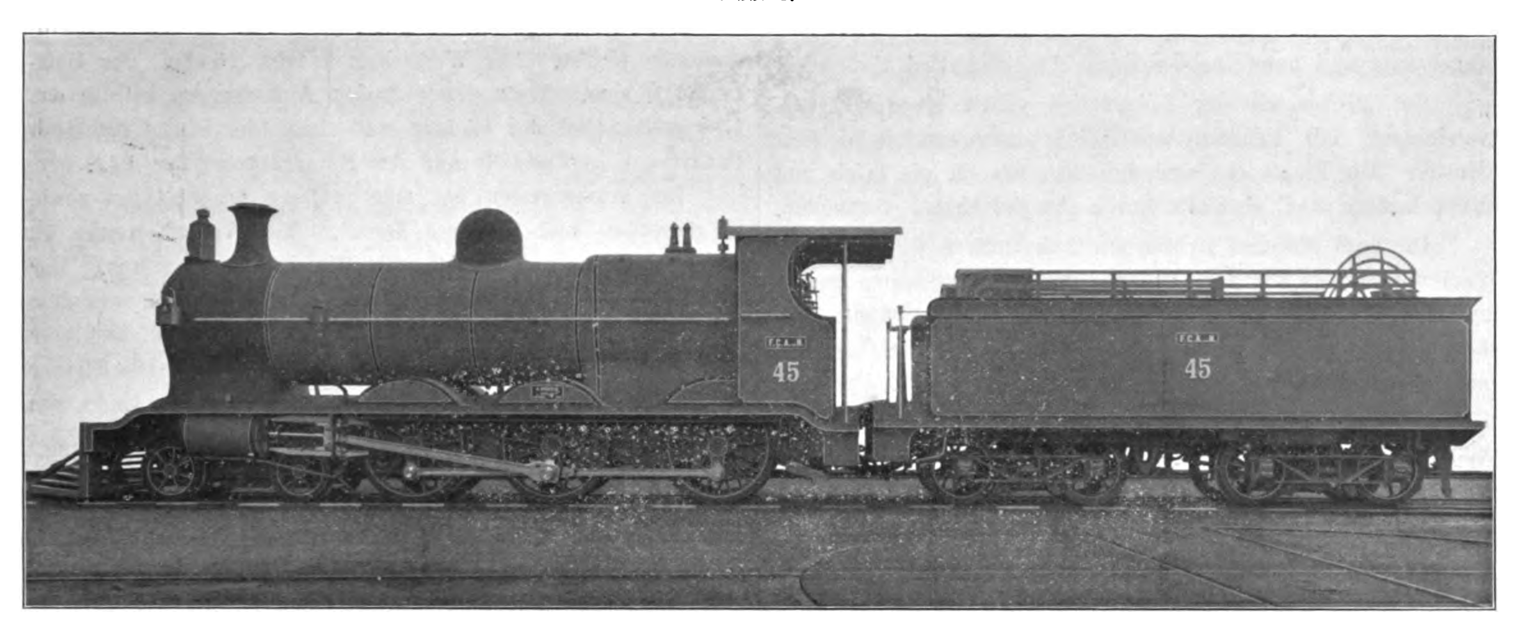
Die im Besitze des Staates befindliche Nord- und Zentral-Nordbahn haben in der letzten Zeit Anlafs genommen, ihre Eisenbahn-Netze bedeutend zu vergröfsern, die neuen Lokomotiven der erstgenannten Linie, welche hier beschrieben werden, verdienen die Beachtung der deutschen Fachmänner, denn sie sind wohl die ersten in Deutschland entworfenen und ausgeführten Lokomotiven, welche für Hauptbahnen in Argentinien geliefert worden sind. Die Gleise der Nordbahn erstrecken sich von Dean Funes nach Chilécito in den Provinzen Cordoba und la Rioja, die erwähnten Lokomotiven sind in erster Linie für die Strecke San-Juan Serrezuela bestimmt. Die Entfernung der Endstationen beträgt 330 km in der Luftlinie gemessen, und da die Gegend wasserarm und das Wasser anscheinend für Lokomotiven besonders ungeeignet ist, war es nötig, grofse Vorräte mitzunehmen. Die bisher im Betriebe der Bahn befindlichen Lokomotiven hatten Achsbelastungen, welche 8 bis 9 t nicht überschreiten, für die neue Strecke wurden jedoch schwerere Schienen gewählt, welche 10,5 bis 11 t Achsbelastung gestatten.

Schon längere Zeit, bevor die Bauarbeiten in Angriff genommen wurden, hatte die Bauanstalt A. Borsig, Berlin-Tegel verschiedene Entwürfe vorbereitet, von denen schliefslich eine 3/5 gekuppelte Lokomotive mit vierachsigem Tender (Textabb. 1) als für die Ausführung am geeignetsten gefunden und bestellt wurde. Die ursprünglich verlangte Lieferzeit von sechs Monaten wurde nachträglich um mehr als vier Wochen gekürzt, bevor die Arbeit angefangen werden konnte, so dafs nicht 5 Monate für die Bearbeitung des Entwurfes und die Ausführung zur Verfügung standen. Trotzdem wurde die Verspätung nicht nur eingeholt, sondern auch die letzte Lokomotive mehrere Wochen früher als vereinbart fertiggestellt.

Als Heizstoff wurde Quebracho-Holz in Aussicht genommen, welches in grofsen Mengen vorkommt und erheblich billiger ist, als eingeführte Kohle. Da die Erfahrung gezeigt hatte, dafs für dieses Holz keine besonders grofse Rostfläche nötig ist, solange die Feuerbuchse tief genug bleibt, war es möglich, den Stehkessel trotz der schmalen Spur zwischen den Rädern unterzubringen. Wegen des schlechten Speisewassers wurde es aber wünschenswert gefunden, einen grofsen Dampf-

raum vorzusehen, und damit die Dampfentwickelung eine ruhige bleibe, wurde ein Belpaire-Stehkessel gewählt. Der Rundkessel erhielt den verhältnismäfsig grofsen Durchmesser von 1370 mm, und da gewünscht wurde, dafs die Steuerung zwischen den Rahmen liegen sollte, war es nötig, den Kessel hoch zu legen, damit die Schmierung der Steuerungsteile vom Laufbrette aus erfolgen könnte. Da die Erfahrungen der Bauanstalt A. Borsig gezeigt hatten, dafs es zulässig sei, mit der Höhen-

Abb. 1.



lage über das übliche Mafs hinauszugehen, so wurde die Mitte des Kessels 2150 mm über S. O. gelegt und so der Vorteil erreicht, dafs die Feuerbüchse am vorderen Ende eine Tiefe von 1610 mm erhielt. Die Feuertür ist zweiteilig, verschiebbar und für sperrige Holzstücke etwas gröfser, als gewöhnlich. Am vordern Ende des Rostes ist eine gufseiserne Platte angebracht, damit die kalte Luft keinen unmittelbaren Zutritt zu der Rohrwand erhält, und Undichtigkeiten der Heizrohre vermieden werden. Der Aschenkasten hat die gewöhnliche Ausführung, die Klappen sind mit durchlochtem, funkenfangenden Blechen versehen. Als Löschvorrichtung dient ein durch die ganze Länge des Kastens gehendes Rohr, welches mit dem Ablafshahn des Wasserstandes in Verbindung steht.

Die 190 Heizrohre haben 45 und 50 mm Durchmesser und zwischen den Rohrenwänden 4000 mm Länge. Die Feuerbuchsdecke wird durch Ankerschrauben versteift, die vorderen zwei Reihen sind beweglich aufgehängt. Die dreizölligen »Crosby Pop« Sicherheitsventile werden auf einem Untersatze von Bronze angebracht. Die Pfeife wird dicht vor dem Führerhause unmittelbar auf dem Stehkessel angebracht und ist von ungewöhnlicher Gröfse. Ihr Ton ist demjenigen eines Nebelhornes ähnlich und auf Fernwirkung berechnet, weil die Streckenüberwachung nicht so streng durchgeführt werden kann, wie in dichter bevölkerten Gegenden. Aufserdem dient die Pfeife zum rechtzeitigen Aufschrecken der Viehherden, welche das Gleise oft als Ruheplatz oder Weg benutzen. Der Regler ist als Doppelsitzventil ausgebildet, dessen Hebel im Führerhause nach unten statt nach oben gerichtet ist, um bequeme Handhabung zu erzielen. Als Feststellvorrichtung dient eine kräftige Flügelmutter.

Von der übrigen Ausstattung sei nur bemerkt, dafs Friedmann-Strahlpumpen an der Hinterwand des Stehkessels angebracht und zwei Wasserstandsgläser vorhanden sind.

Das Blasrohr hat ein tiefliegendes Mundstück, ein trichterförmiges Sieb aus gelochtem Bleche bildet den Anschlufs an den oben in der Rauchkammer schräg liegenden Funkenfänger. Diese tiefe Lage des Mundstückes bewährt sich vorzüglich, da die unteren Heizrohre dabei leichter rein zu halten sind, Zug und Feueranfachung sind gleichmäfsig. Der Schornstein ist aus Gufseisen und da die Länge beschränkt ist, ist er als Blechkegel in die Rauchkammer hineingebaut. Das Führerhaus ist aus 4 mm starkem Bleche, damit bei schneller Fahrt das Zittern und Dröhnen vermieden wird. Das Dach ist doppelt, der innere Teil besteht aus Teakholz, welches für heifse Gegenden besonders geeignet und beinahe unverwüstlich ist.

Die Zylinder erhalten eine Neigung von 15 : 386, damit die Kolben entfernt werden können, ohne an die Laufräder zu stofsen, und ohne dafs die Lokomotive gehoben werden mufs; sie sind auf beiden Seiten in jeder Beziehung gleich. Die Kolbenschieber liegen zwischen den Rahmen Trotz der schmalen Spurweite sind alle Teile gut zugänglich, auch sind die Ausströmungswege besonders kurz. Zur Aufhebung der Saugwirkung beim Fahren mit geschlossenem Regler auf den Gefällen dient ein an jedem Schieberkasten angebrachtes grofses Luftsaugeventil. Die Kreuzköpfe sind aus Stahlgufs mit Gleitschuhen aus Bronze, die Leitstangen aus naturhartem Stahle hergestellt.

Da die Radanordnung lange Pleuelstangen bedingt, sind diese zur Ersparung unnötigen Gewichtes und Erreichung genügender Festigkeit I förmig angefräst. Die kürzeren und weniger beanspruchten Kuppelstangen sind C förmig ausgebildet. Die Lager der letzteren bestehen aus Bronzebuchsen ohne Nachstellvorrichtung, eine Anordnung, welche sich vorzüglich bewährt,

und seit vielen Jahren auf englischen Bahnen allgemein geübt ist.

Die Steuerung ist die von Stephenson, die Schieberschubstange wird vor der Schwinge pendelnd aufgehängt. Die Umsteuerung geschieht durch Handrad und Schraube, der dazu gehörige Bock ist auf dem Stehkessel befestigt. Die Tragfedern der Trieb- und Kuppelachsen sind unterhalb der Achslager angeordnet und untereinander durch Ausgleichhebel verbunden.

Das Drehgestell der Lokomotive erhält eine Rückstellvorrichtung mit Pendeln und Wiege nach amerikanischem Muster. Die Tragfedern sind dieselben wie für die Trieb- und Kuppelachsen und ebenfalls durch Ausgleichhebel verbunden.

Die zwei hinteren Achsen der Lokomotiven werden durch zwei unmittelbar vor dem hintern Querträger gelagerte Saugezylinder von 460 mm Durchmesser gebremst. Der Luftsauger befindet sich auf der Feuertürwand des Kessels, der ausströmende Dampf des Saugers wird durch den Kessel in den Schornstein geleitet. Da die Vorschriften der Argentinischen Staaten eine mechanisch angetriebene Speisepumpe verlangen, wurde an der vordern Kuppelachse ein Exzenter angebracht. Damit aber die Kuppelachsen ausgetauscht werden können, wurde auch die hintere Kuppelachse mit Exzentersitz versehen. Diese hat den Vorteil, dafs, wenn sich die Spurkränze der vordern Achse scharf gelaufen haben, ein Wechsel erfolgen kann. Die vordere Achse ist bekanntlich gröfserer Abnutzung am Spurkranze unterworfen, als die hintere.

Die Pumpe selbst wird auf der in der Ebene des Gleitstangenträgers angebrachten Rahmenverstrebung befestigt und hat einen Tauchkolben-Durchmesser und einen Hub von je 100 mm. Die Ventile sind aus Messingblech und werden durch Schraubenfedern aus Flachkupfer belastet. Da diese Pumpe stets während der Fahrt speisen soll, und durch die Strahlpumpen nur unterstützt wird, ist es nötig, die gelieferte Wassermenge zu regeln, auch soll bei grofsen Umlaufzahlen jedes schädliche Schlagen der Ventile vermieden werden. Dies wird erreicht, indem ein von dem Führerhause aus verstellbarer Rücklaufhahn eine Verbindung zwischen dem Pumpenkörper und dem Saugraume herstellt. Das Speisewasser wird derselben Leitung entnommen, welche der rechten Strahlpumpe dient, zu diesem Zwecke ist ein Dreiweghahn im Führerhause angeordnet.

Die Lokomotive trägt am vordern Ende nicht die gewöhnwöhnliche Mittelkuppelung, sondern nur eine starke Öse mit Kreuzgelenk und eine kräftige Kuppelstange. Letztere dient nur für Verschiebezwecke, da kein Vorspann geleistet wird.

Der Kuhfänger besteht aus einem starken Holzgestelle mit wagerechten Planken und wird teilweise mit Blech beschlagen. Der Elastizität halber wurde Eschenholz verwendet, Herstellung aus Eisen wurde nicht für zweckmäfsig erachtet, da häufig heftiges Anfahren von weidendem Vieh vorkommt, und die hölzernen Kuhfänger in jedem Heizhause ausgebessert werden können.

Die grofsen Kopflaternen werden für Azetylen-Verbrennung eingerichtet, das Gas wird unter Druck in einem an dem Tender befindlichen Behälter aufgespeichert. Der mitgenommene Vorrat genügt für eine Brenndauer von 24 Stunden. Die Führerhaus- und Seitenlaternen brennen gewöhnliches Petroleum.

Die Sandkästen sind aus Gufseisen und befinden sich unmittelbar vor dem Gleitstangenträger unter dem Laufstege. Sie sind mit einem Dampfsandstreuer »Hardy« ausgerüstet. Ein Handzug ist nicht vorhanden.

Der vierachsige Tender hat für 1 m Spur eine recht bedeutende Gröfse. Der Wasserkasten fafst 15 cbm, der Holzraum 10 cbm. Trotz dieser grofsen Abmessungen beträgt das Leergewicht bei der leichten und doch hinreichend kräftigen Bauart der Drehgestelle und des Hauptrahmens nur 12 t.

Der Wasserkasten hat eine gröfsere Anzahl Quer- sowie Schrägsteifen und geneigte Decke. Zur Vergröfserung des Holzraumes hat er seitlich ein Gitter aus Flacheisen. Der Fülltrichter ist ganz nach hinten versetzt und ist von dem Holzraum durch ein besonders hohes Gitter getrennt, damit er auch bei beladenem Tender stets zugänglich bleibt. Die Kleider und Werkzeugbehälter befinden sich am vordern Ende des Wasserkastens, während auf der linken Seite eine lange aus Winkeleisen gebaute Rinne zur Aufnahme der Feuergeräte dient.

Der Hauptrahmen wird aus zwei Eisenträgern gebildet, während als Querverbindungen aufser den beiden Endquersteifen solche bei den Drehzapfen beider Drehgestelle und bei den Bremszylindern vorhanden sind.

Die Drehgestelle selbst haben »Diamond Frames« mit kegelförmigen Drehpfannen und seitlichen Führungen. Für jedes Gestell sind vier Paar übereinander gelagerte und an den Enden ineinander greifende Blattfedern vorhanden. Gebremst werden alle Räder auf der nach den betreffenden Drehzapfen liegenden Seite durch Ausgleichgestänge von zwei Zylindern aus mit 460 mm Durchmesser, welche in der Mitte des Hauptrahmens liegen.

Bei den im Jahre 1904 vorgenommenen Probefahrten auf der Strecke Cruz del Eje-Dean Funes zeigten die Lokomotiven auffallend ruhigen Gang bei 70 km/St. Geschwindigkeit. Auch wurden Güterzüge mit 350 t Gewicht auf längeren Steigungen von 12 ‰ mit entsprechender Geschwindigkeit befördert. Dies entspricht einer Zugkraft von etwa 6500 kg oder ungefähr 20 % des Reibungsgewichtes, während die Druckziffer in den Zylindern etwa 0,66 des Kesseldruckes beträgt. Die Verhältnisse der Lokomotiven scheinen also richtig gewählt zu sein, das liefernde Werk hatte die Befriedigung, ein in jeder Beziehung besonders anerkennendes Urteil über die Lokomotiven zu vernehmen. Die Tatsache, dafs seitdem weitere Aufträge für genau gleiche Lokomotiven für andere neue Linien erteilt sind, dürfte das Ansehen dieses Erzeugnisses deutschen Lokomotivbaues in Süd-Amerika kräftigen.

Über eine noch im vergangenen Winter erfolgte Lieferung des Werkes Borsig von grofsen sechsachsigen Mallet-Rimrott-Lokomotiven mit vierachsigen Tendern von 1 m Spur für die Bahn von Jujuy nach der Bolivischen Grenze hoffen wir später berichten zu können.

Die Hauptverhältnisse der Lokomotiven sind die folgenden:

Fester Achsstand	3660 mm
Achsstand des Drehgestelles	1600 «
Ganzer Achsstand	6640 «



Durchmesser der Triebräder D	1370 mm
« « Laufräder	750 «
Lichtabstand der Radreifen	925 «
Breite der Reifen	127 «
Durchmesser der Achsschenkel	155 «
Länge « «	190 «
« des Triebzapfens	130 «
Durchmesser des Triebzapfens	120 «
« « Hauptkuppelzapfens	130 «
Länge « «	90 «
« der Triebstange	2613 «
Durchmesser des Kuppelzapfens	90 «
Länge « «	70 «
Abstand von Mitte Kolben bis Mitte Kreuzkopf	1250 «
Durchmesser des Kreuzkopfzapfens	75 «
« der Kolbenstange	70 «
« « Zylinder d	430 «
Neigung « «	15:386
Kolbendurchmesser	430 mm
Kolbenhub l	610 «
Abstand von Mitte Zylinder bis Mitte Schieber	530 «
Abstand von Mitte Zylinder bis Mitte Zylinder	1520 «
Kolbenschieberdurchmesser	150 «
Äufsere Überdeckung	23 «
Innere Überdeckung	0 «
Durchmesser der Einströmrohre	100/110 «
« « Blasrohrmündung	107 «
« des Langkessels licht	1338 u. 1370 «
Blechstärke « «	16 «
Länge zwischen den Rohrwänden	4000 «
Lichte Länge der Feuerbüchse	2185 «
Breite der Feuerbüchse, oben	1180 «
Breite der Feuerbüchse, unten	660 «
Hintere Rohrwandstärke	25 «
Vordere «	24 «
Heizrohre, Zahl 190, Durchmesser	45/50 «
Höhe der Kesselmitte über S.O.	2150 mm
« « Schornsteinoberkante über S.O.	3630 «
Lichter Durchmesser der Rauchkammertür	1150 «
« « « Rauchkammer	1370 «
Länge der Rauchkammer, licht	1150 «
Lichter Durchmesser des Schornsteines	360 «
Durchmesser des Domes, licht	600 «
Höhe « « «	560 «
Durchmesser der Sicherheitsventile	76 «
« « Bremszylinder	460 «
« « Kesselbekleidung	1520 «
Ganze Länge der Lokomotive ohne Kuhfänger	9040 «
Länge zwischen den Rahmenblechen	850 mm
Stärke der Rahmenbleche	20 «
Gröfste Breite zwischen Laufstegkanten	2600 «
Kesselüberdruck p	12 at
Heizfläche, wasserberührte	124 qm
Rostfläche R 2290 × 660 mm	1,5 «
H : R =	82,7
Leergewicht	35,8 t
Dienstgewicht	41,7 t
Zugkraft $Z = 0{,}66\,p\,\frac{d^2 l}{D} =$	6500 kg

Tender.

Achsstand der Drehgestelle	1500 mm
Ganzer Achsstand	4900 «
Raddurchmesser	850 »
Durchmesser der Achsschenkel	100 «
Lichtabstand der Radreifen	925 «
Breite « «	127 «
Wasserinhalt	15 cbm
Holzraum	10 «
Leergewicht	12 t
Dienstgewicht	32 t
Ganze Länge des Tenders zwischen den Bufferbohlen	6690 mm
Gröfste Breite des Wasserkastenbodens	2600 «

Neuer Betriebsplan für Massenverkehr auf Vorortbahnen.

Von **Hansen**, Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor in Berlin.

Hierzu Betriebs-Schaupläne Abb. 1 bis 13 auf den Tafeln LII und LIII.

Den Verkehr der Vorortbahnen kann man hinsichtlich seiner betriebstechnischen Bedeutung in drei grofse Gruppen einteilen: den Geschäftsverkehr einschliefslich des Gelegenheitsverkehres, den Ortsverkehr und den Vergnügungsverkehr.

1) Der Geschäftsverkehr entwickelt sich stark, da die Wohnungen immer mehr in die billigern Vororte verlegt werden, und Geschäfts- und Arbeitstellen in der Stadt täglich aufgesucht werden müssen. Zwischen 5 und 8 Uhr früh geht der Strom in die Stadt, mittags zwischen 1 und 4 findet ein schwacher Wechsel statt, abends zwischen 6 und 8 Uhr flutet der Hauptstrom zurück.

Sonntags und Feiertags fällt dieser Verkehr aus. Bei älteren Vorortbahnen macht er den wichtigsten Teil des Verkehres aus.

Die Schnelligkeit der Beförderung ist für diesen Verkehr besonders wichtig. Die Denkschrift zum Preisausschreiben, betreffend den Verkehr der Wannseebahn, Berlin 1897, sagt hierüber: »Der Vorortbewohner hat das lebhafteste Interesse daran, schnell in die Hauptstadt und zurückbefördert zu werden. Es kommt hier auf jede Minute Fahrzeit an, denn man mufs bedenken, dafs derselbe Weg von denselben Personen häufig viermal und öfter täglich zurückgelegt werden mufs.«

In gleichem Sinne geht der »Gelegenheitsverkehr« vor sich, er umfaſst Handwerker, die Besucher von Märkten, solche, die Besuche und Besorgungen zu machen haben. Die Fahrten dieses Verkehres erfolgen nicht regelmäſsig und nicht zu bestimmten Tagesstunden, auch ist die Zahl dieser Reisen weit geringer.

2) Der Ortsverkehr umfaſst die Reisen, die von einem Vororte nach einem andern derselben Bahn ausgeführt werden. Diese Fahrten, deren Zahl bei reinen Vorortbahnen nur gering ist, verteilen sich gleichmäſsiger über den ganzen Tag.

3) Der Vergnügungsverkehr spielt sich an Sonn- und Feiertagen ab. Nachmittags von 1 bis 5, namentlich aber von 3 bis 4 Uhr fahren zahlreiche Einwohner der Stadt zu ihrer Erholung nach den auſserhalb der Stadt liegenden Vergnügungsorten. Die Rückfahrt erfolgt von 7 bis 10 Uhr, hauptsächlich in der kurzen Zeit von 9 bis 10 Uhr. Zeitweise nimmt dieser Verkehr auch die umgekehrte Richtung an, zum Besuche von Theatern und anderen Veranstaltungen in der Stadt, doch ist der Umfang dieses Verkehres bei weitem nicht so groſs. Bei gutem Wetter findet auch wohl an den Wochentagen von 3 Uhr ab ein nicht unbedeutender Vergnügungsverkehr nach den Vororten statt.

Für den Betrieb hat an den Wochentagen der regelmäſsige Geschäftsverkehr bei weitem die gröſste Bedeutung, einmal wegen seiner Gröſse, und dann weil er sich innerhalb kurzer Zeiträume abwickelt. Beispielsweise ist auf der Wannseebahn der Verkehr morgens um 8 Uhr etwa 13 mal so stark als zu andern Tageszeiten. Für die Stadtbahn beträgt das Verhältnis etwa 4 : 1; die schlimmste Zeit ist morgens gegen $5^1/_2$ Uhr.

Sonntags kommt im allgemeinen nur der Vergnügungsverkehr in Betracht, während der Ortsverkehr und namentlich der Geschäftsverkehr weniger Bedeutung hat.

Zur Bewältigung des Verkehrs auf den Vorortbahnen fahren in regelmäſsigen Zeitabständen geschlossene Züge, die an allen Stationen halten, von einem Ende der Bahn bis zum andern. Wenn jedoch der Verkehr der näher liegenden Vororte wesentlich gröſser ist als derjenige der entfernteren, so endigt ein Teil der Züge schon in näher gelegenen Orten. Die Geschwindigkeit aller Züge ist gleich groſs.

Abb. 1, Taf. LII zeigt den Schauplan einer zweigleisigen Vorortbahn mit durchgehenden Zügen. Hierbei ist die Zugfolge zu 6 Minuten, die Höchstgeschwindigkeit zu 50 km/St, der Aufenthalt auf den Zwischenstationen zu 30 Sekunden, die Wendezeit zu 1 Minute angenommen. Die in Gleis I fahrenden Züge sind durch ausgezogene, die in Gleis II fahrenden durch gestrichelte Linien dargestellt.

Der Betriebsplan Abb. 1, Taf. LII, welcher im folgenden als Plan I bezeichnet werden soll, birgt mancherlei Nachteile in sich und kann in geeigneten Fällen mit Vorteil durch den weiter unten beschriebenen neuen Betriebsplan ersetzt werden.

Das Wesen des neuen Betriebsplanes besteht darin, daſs der Verkehr stets durch Sonderzüge bewirkt wird, die auſser an der Ursprungstation nur an einer einzigen Station, der Bestimmung- oder Ziel-Station, halten, und deren Lauf so geregelt ist, daſs nirgends eine Kreuzung von Zügen stattfindet. Diesen Bedingungen entspricht der in den Abb. 2, 3 und 4, Taf. LII dargestellte Schaufahrplan, welcher im folgenden als Plan II bezeichnet wird. In diesen Darstellungen sind alle wesentlichen Gröſsen wie Bahnlänge, Stationsabstand, Höchstgeschwindigkeit, Wendezeit, Zuschläge für Anfahren und Bremsen dieselben wie bei Plan I.

Plan II ist in drei verschiedenen Arten dargestellt: als II^a Abb. 2, Taf. LII, als II^b Abb. 3, Taf. LII und als II^c Abb. 4, Taf. LII.

Jede der drei Formen setzt sich aus einzelnen Zuggruppen zusammen, die aus je zwei zusammengehörigen Teilen bestehen, nämlich der Fahrt von dem Stadt-Endbahnhofe a nach den Vororten, die im folgenden durch die Zusatzziffer ^{1} und der umgekehrten Fahrt, welche durch die Zusatzziffer ^{2} gekennzeichnet werden soll. $II^{a\,1}$, $II^{b\,1}$, $II^{c\,1}$ oder allgemein II^1 bedeuten also die Fahrten von der Stadt nach den Vororten, $II^{a\,2}$, $II^{b\,2}$ und $II^{c\,2}$ oder II^2 die nach der Stadt.

Nach Plan $II^{a\,1}$, $II^{b\,1}$ und $II^{c\,1}$ fahren die Züge von a annähernd in gleichen Zeitabständen nach den einzelnen Vororten, und zwar ist die Abfahrtszeit so gelegt, daſs alle Züge annähernd gleichzeitig an ihrer Bestimmungstation ankommen. Dort halten die Züge zum Aus- und Einsteigen. Nach Beendigung des Aufenthaltes, der wie bei Plan I möglichst kurz zu bemessen ist, fahren die Züge alle annähernd gleichzeitig im Plane $II^{a\,2}$, $II^{b\,2}$ oder $II^{c\,2}$ ab und kommen nacheinander, in umgekehrter Reihenfolge wie bei der Abfahrt, in a an. Nach Abfertigung können die Züge von neuem nach den einzelnen Vororten abfahren.

Um einen Überblick über den Wert des neuen Betriebsplanes zu gewinnen, soll nun ein allgemeiner Vergleich des Planes II mit dem Plane I durchgeführt werden, und zwar in der Art, daſs ermittelt wird, welche betriebstechnischen Aufwendungen in beiden Fällen zur Erzielung derselben Nutzleistung nötig sind.

Wir legen unserm Vergleiche eine Vorortbahn mit dem Stadt-Endbahnhofe A zu Grunde. Es sollen 10 Vorortstationen vorhanden sein. Ihre Entfernung betrage je 2 km, sodaſs die ganze Bahnlänge $2 \times 10 = 20$ km beträgt. Alle übrigen Gröſsen wie Grundgeschwindigkeit und Aufenthaltszeit sollen dieselben sein wie oben.

Hiernach ergeben sich die in den Abb. 1 bis 4, Taf. LII dargestellten Fahrpläne. Abb. 1, Taf. LII entspricht dem Plane I, Abb. 2 bis 4, Taf. LII dem Plane II^a, II^b bezw. II^c. Abb. 2, Taf. LII setzt eine eingleisige, Abb. 3 und 4, Taf. LII eine zweigleisige Strecke voraus.

Innerhalb eines gewissen Zeitraumes sollen 5000 Menschen von A nach den einzelnen Vororten befördert werden, und zwar nach jedem Vororte 500 In umgekehrter Richtung findet in der Zeit kein nennenswerter Verkehr statt, auch soll auf die erforderlichen Leerläufe einstweilen keine Rücksicht genommen werden.

Wenn das Fassungsvermögen eines Zuges 500 Personen beträgt, so sind unter der Voraussetzung gleichmäſsiger Besetzung aller Züge sowohl nach Plan I als nach Plan II je 10 Züge nötig, um diesen Verkehr zu bewältigen. Nach Plan I halten die Züge auf jeder Station und setzen dort 10 % ihrer Reisenden ab, während die Züge nach Plan II ohne Aufent-

halt von der Abgangstation bis zur Bestimmungstation durchfahren, wo alle Fahrgäste aussteigen. In beiden Fällen besteht die Nutzleistung der 10 Züge in der Beförderung der 5000 Menschen von A nach den Vororten, ist also genau gleich grofs. Dagegen sind die erforderlichen betriebstechnischen Aufwendungen in beiden Fällen aufserordentlich verschieden.

1. Zugkilometer.

Um die 5000 Menschen an ihr Ziel zu befördern, müssen die Züge nach Plan I alle die ganze Strecke durchlaufen, legen also $10 \times 20 = 200$ Zugkilometer zurück. Nach Plan II fährt jeder Zug nur von A bis zur Bestimmungstation, zusammen legen sie $20 + 18 + 16 \ldots . + 4 + 2 = 110$ Zugkilometer zurück. Diese günstige Wirkung von Plan II wird erzielt durch die bessere Platzausnutzung. Die im Plane I fahrenden Züge sind nur von A bis Station 1 voll besetzt, von 1 bis 2 zu 90 % und so fort, folglich beträgt die mittlere Platzausnutzung nach Plan I $\frac{100 + 90 + 80 + \ldots + 10}{10} = 55\,\%$, während sie sich nach Plan II zu 100 % ergibt.

2. Aufenthalte.

Nach Plan I müssen alle Züge auf jeder Station halten, für 10 Züge ergibt dies $10 \,.\, 10 = 100$ Aufenthalte. Dagegen halten die Züge nach Plan II nur je einmal an ihrer Zielstation, folglich haben die 10 Züge nach Plan II nur 10 Aufenthalte. Diese Verminderung der Aufenthalte hat aber mehrere erhebliche Vorteile.

a) Der Arbeitsverlust durch Anfahren und Bremsen wiederholt sich auf der Strecke in Plan I 10 mal, in Plan II 1 mal.

Die Länge des Anfahrweges betrage in jedem Falle 1,2 km, der Bremsweg 0,2 km. Der Arbeitsverbrauch während des Anfahrens wird im Mittel fünfmal so grofs angenommen als der Verbrauch während des Beharrungszustandes.

Nach Plan I müssen alle Züge auf eine Länge von $10 \,.\, 10 \,.\, 1{,}2 = 120$ km mit Anfahrbeschleunigung fahren, während der Bremsweg $10 \,.\, 10 \,.\, 0{,}2 = 20$ km und der im Beharrungszustande zurückzulegende Weg $200 - 120 - 20 = 60$ km beträgt. Die Leistung während des Beharrungszustandes kann nach obiger Annahme derjenigen gleichgesetzt werden, die auf einer Anfahrstrecke von $\frac{60}{5} = 12$ km nötig wäre.

Wenn man die zum Bremsen erforderliche Arbeit vernachlässigt, so kann man hiernach den ganzen Verbrauch an Arbeit nach Plan I demjenigen gleich setzen, den ein Zug aufwenden müfste, welcher $120 + 12 = 132$ km mit mittlerer Anfahrbeschleunigung fahren müfste.

Für die nach Plan II fahrenden Züge beträgt die ganze mit voller Kraft zu durchfahrende Strecke $10 \,.\, 1{,}2 = 12$ km, und die Bremsstrecke $10 \,.\, 0{,}2 = 2$ km, während die übrige Strecke von $110 - 12 - 2 = 96$ km nur mit $96 : 5 = 19{,}2$ km in die Vergleichsrechnung einzustellen ist. Wird wieder die Bremsarbeit vernachlässigt, so folgt, dafs die nach Plan II erforderliche Arbeit derjenigen gleich ist, die ein Zug verbraucht, welcher eine Anfahrstrecke von $12 + 19{,}2 = 31{,}2$ km zurückzulegen hat.

Hiernach verhält sich der Verbrauch an Arbeit nach Plan I und II wie $132 : 31{,}2$ oder wie $4{,}2 : 1$.*)

b) Jedes Anhalten verursacht durch Bremsen, Halten und Anfahren einen Zeitverlust, der zu etwa 2 Minuten veranschlagt werden kann. Der Zug von A nach 10 hält nach Plan I 10 mal, nach Plan II nur 1 mal, gewinnt also nach Plan II $9 \,.\, 2 = 18$ Minuten; der Zug von A nach 9 gewinnt nach Plan II $8 \,.\, 2 = 16$ Minuten, der Zug von A nach 1 hat schliefslich keine Zeitersparnis.

Die Fahrzeit von A beträgt:

Zusammenstellung I.

	nach Plan I Minuten	nach Plan II Minuten	weniger nach Plan II Minuten
nach der Vorortstation 10	48	26	22
„ „ „ 9	44	24	20
„ „ „ 8	39	21	18
„ „ „ 7	34	19	15
„ „ „ 6	29	17	12
„ „ „ 5	24	14	10
„ „ „ 4	19	12	7
„ „ „ 3	14	9	5
„ „ „ 2	9	7	2
„ „ „ 1	4	4	0

Nach Zusammenstellung I wird die Fahrzeit für die entfernten Vororte nach Plan II fast auf die Hälfte eingeschränkt.**) Diese Verkürzung der Fahrzeit hat aber eine erhebliche volkswirtschaftliche Bedeutung, denn bei Anwendung des Planes II könnte man ohne Vermehrung der jetzt üblichen Fahrtdauer die Vorortbahnen viel weiter, annähernd auf die doppelte Länge, in die Umgebung hinaus erstrecken, und damit weite Gebiete, die jetzt brach liegen, für die Bebauung erschliefsen.

Besondere Beachtung verdient noch der Umstand, dafs bei der jetzigen Betriebsweise I eine mit zunehmender Bebauung des Vorortgebietes stetig wachsende Verlangsamung des Vorortverkehres verbunden ist. Mit der Zeit entstehen immer mehr Vororte, welchen eine Haltestelle nicht verweigert werden kann. Die Folge davon ist eine Verlängerung der Fahrzeit um 2 Minuten für alle weiter aufserhalb liegenden Stationen. Häufen sich die Zwischenstationen, so wird ihre Entfernung immer geringer und schliefslich so klein, dafs die Züge die höchste zulässige Geschwindigkeit nicht mehr erreichen können, also wird die mittlere Reisegeschwindigkeit geringer und die Fahrzeit entsprechend gröfser. Jede Verkehrszunahme erzeugt mittelbar noch eine weitere Verlangsamung der Beförderung. Bald reicht nämlich der vorhandene Fassungsraum der Züge für den gesteigerten Verkehr nicht mehr aus, man mufs sie länger machen. Diese Vergröfserung der Zugstärke bewirkt wieder eine Verminderung der mittlern Geschwindigkeit, also eine Verlängerung der Fahrzeit für alle Stationen.

Das ist nicht etwa Schwarzmalerei, sondern rauhe Wirklichkeit.

*) Diese Verhältniszahl wird für Plan II bei geringern Stationsabständen noch günstiger.

**) Die Ersparnis an Fahrzeit wird noch gröfser, wenn mit Einführung des Planes II die Höchstgeschwindigkeit erhöht wird.



Beispielsweise war nach der Denkschrift zum Preisausschreiben betreffend den Verkehr der Wannseebahn Seite 4 die durchschnittliche Fahrzeit der Züge von Berlin-Potsdamer Bahnhof.

	im Jahre		
	1878	1892	1895
nach Schlachtensee . . .	22 M.	28 M.	34 M.
« Wannsee	29 «	33 «	40 «
« Neubabelsberg . .	35 «	39 «	48 «

Hier zeigt sich also eine erhebliche Verlangsamung der Beförderung. Vorübergehend läfst sich wohl durch Einstellung von Lokomotiven mit stärkerer Anfahrtbeschleunigung eine kleine Verminderung der Fahrzeit erzielen, aber zweifellos wird im ganzen die Verlangsamung der Fahrt mit der Zeit immer schlimmer.

c) Das häufige Bremsen greift Fahrzeuge und Schienen in hohem Mafse an, das Fortfallen von 0,9 aller Bremsungen bei Plan II wird also auf die Unterhaltungskosten günstig einwirken.

3. Länge und Zahl der Gleise.

Plan I erfordert eine zweigleisige Strecke, da die Züge häufig kreuzen müssen; Plan IIa dagegen gestattet bei entsprechender Ergänzung der Signale und der baulichen Einrichtungen die Abwicklung eines gleich starken Verkehrs auf einem Gleise. Diese Eigentümlichkeit ist namentlich von Bedeutung für die Anlage neuer Vorortbahnen. Man wird in der Regel schon bei recht starkem Verkehre mit einem Gleise auskommen. Reicht aber ein Gleis nicht aus, so ist es doch nicht nötig, die ganze Strecke zweigleisig zu machen, vielmehr genügt es bei Plan IIb (Abb. 3, Taf. LII) die Strecke von A bis km 8,5, bei Plan IIc (Abb. 4, Taf. LII) die Strecke von A bis km 10,5 mit einem zweiten Gleise zu versehen. Selbstverständlich müfste der Endpunkt des zweiten Gleises durch eine Weiche mit dem ersten verbunden werden.

(Fortsetzung folgt.)

Nachruf.

Georg Meyer †.

Am 5. Juli 1905 starb zu Hannover an den Folgen eines im Jahre 1900 erlittenen Schlaganfalles der Geheime Regierungsrat Professor Georg Meyer, einer der bekanntesten Hochschullehrer für Maschinenwesen, insbesondere für Eisenbahn-Maschinenwesen.

Am 22. Februar 1834 zu Einbeck, Provinz Hannover, geboren, besuchte Meyer das Progymnasium seiner Vaterstadt, bezog dann das Polytecknikum zu Hannover von 1853 bis 1857, legte nebenher die Reifeprüfung der höheren Bürgerschule daselbst ab, um 1858 zur Staatsprüfung für Eisenbahn-Maschinenbau zugelassen zu werden. Schon vor dem Studium und während der Sommerferien hatte Meyer seine praktische Ausbildung in den Staatsbahn-Werkstätten eifrig betrieben, in die er 1858 als Maschineningenieur wieder eintrat. In Lingen und Hannover beschäftigt, wurde er 1865 angestellt als Leiter der Maschinenstation Emden, und in demselben Jahre verheiratete er sich.

Nach dem politischen Umschwunge trat Meyer 1867 in den Dienst der Oberschlesischen Eisenbahn und war in Breslau und Ratibor im Betriebsmaschinendienste tätig, bis er 1876 auf seinen Wunsch nach Berlin versetzt wurde, um hier nebenamtlich seine Lehrtätigkeit an der Bau- und Gewerbeakademie zu beginnen, bis er 1878 als Professor für Maschinenbau angestellt den Staatseisenbahndienst verliefs, um sich ganz der Lehrtätigkeit zu widmen, die er bis 1901 ausgeübt hat. Seit 1879 gehörte er dem Technischen Prüfungsamte, seit 1887 dem Oberprüfungsamte an, 1887/88 bekleidete er das Amt als Rektor der Technischen Hochschule und wiederholt hat er die Ämter als Vorsteher seiner Abteilung und als Senator versehen, 1899 wurde ihm der Charakter als Geheimer Regierungsrat verliehen. Neben der Lehrtätigkeit war Meyer von 1877 bis 1892 im kaiserlichen Patentamte tätig und aufserdem entwickelte er eine reiche schriftstellerische Tätigkeit. Bekannt sind seine Arbeiten für die spezielle Eisenbahntechnik von Heusinger von Waldegg, für die Nachschlagewerke von Dr. Röll und Dr. Lueger und für die gröfseren technischen Zeitschriften, besonders hervorzuheben und bedeutungsvoll ist aber sein vierbändiges Werk über die Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenwesens; auch als Sachverständiger und Gutachter hat Meyer eine erfolgreiche Tätigkeit entwickelt, und seine Verdienste wurden durch Verleihung mehrerer Orden auch von den Staatsbehörden betont. Seine Lehrtätigkeit dehnte sich im Laufe der Jahre vom Eisenbahn-Maschinenwesen auf den allgemeinen Maschinenbau für Architekten, Bauingenieure, Chemiker und Hüttenleute aus.

Eine sehr grofse Zahl von Schülern gedenkt des stets hülfsbereiten, gediegenen und bei aller Leistungsfähigkeit doch bescheiden zurücktretenden Lehrers mit warmem Danke und wehmutvoller Erinnerung an die gemeinsame Arbeit. Im Wirken und Denken der grofsen Schar von Ingenieuren, der er den Grund zu ihrer Entwickelung gelegt hat, und im Herzen vieler ihn hochschätzender Fachgenossen und warmer Freunde wird sein Andenken weiterleben.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines, Beschreibungen und Mitteilungen von Bahn-Linien und -Netzen.

Die Grimselbahn Meiringen-Gletsch und ihre Fortsetzung nach Brig-Visp.

(Schweizerische Bauzeitung 1905, Band XLV, Januar, S. 38, April, S. 198, mit Abb.; Génie civil 1905, Band XLVII, S. 100. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnung Abb. 10 auf Tafel XLIX.

Die Bahn bezweckt die Verbindung der Brünigbahn und des Haslitales mit dem Oberwallis, der Simplonlinie und der Visp-Zermatt-Bahn. Interlaken, Luzern und Zermatt sollen durch diese mit 1 m Spurweite ganz auf eigenem Bahnkörper mit 60 ‰ Höchststeigung anzulegende elektrische Schmalspur-Bahn einander nähergerückt werden.

Die Strecke Meiringen-Gletsch, deren Bau zunächst



genehmigt wurde, ist 27,795 km lang, der kleinste Krümmungshalbmesser 60 m. Von Meiringen bis Gletsch ist ein Höhenunterschied von 1172 m zu überwinden. Die Haltestelle Grimselhospiz ist mit 1780 m Meereshöhe der höchste Punkt der offenen Bahn, die 500 m hinter der Haltestelle in den 2300 m langen Grimseltunnel eintritt. In diesem ersteigt sie mit 2,5 ‰ den Höchstpunkt in 1783,75 m ü. M., um mit 10 ‰ Gefälle den südlichen Tunnelausgang und zugleich die Endstation Gletsch zu erreichen.

Das zweite Teilstück Gletsch-Brig-Visp ist 51,3 m lang, sieben Stationen und elf Haltestellen sind vorgesehen. Von Visp bis Gletsch ist ein Höhenunterschied von 1111 m zu überwinden. Die gröfste Steigung von 6 % kommt zwischen Visp und Gletsch auf 6500 m, also auf 12,4 % der ganzen Linie in Anwendung, bei Meiringen-Gletsch dagegen auf 18,6 km, im ganzen also auf 33 % der ganzen, 79,095 km langen Strecke.

Für den elektrischen Betrieb ist Gleichstrom vorgesehen. Eine Kraftstation in Handeck soll den Abflufs des Gelmersees, eine zweite im Fieschertal vorgesehene Anlage die Wasser des Merjelensees verwenden. Der stärkste Zug soll aus zwei vierachsigen Triebwagen für 100 Reisende, zwei vierachsigen Anhängewagen für 120 Reisende und einem vierachsigen Post- und Gepäckwagen bestehen, und rund 90 t wiegen. Die Höchstgeschwindigkeiten sollen 18 bis 20 km/St auf der gröfsten Steigung und 40 km/St. auf der Flachstrecke betragen, ein beschleunigter Zug die Strecke Brig-Meiringen in rund $3\frac{1}{4}$ Stunden durchfahren.

Die Anlagekosten der Strecke Meiringen-Gletsch sind auf 4 832 000 M., 172 570 M./km, die der Strecke Gletsch-Brig-Visp auf 4 608 000 M., 88 800 M./km berechnet.

—k.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Austerlitz-Brücke über die Seine im Zuge der Stadtbahn in Paris.

(Le Génie Civil 1905, April, Band XLVI, S. 417.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 9 auf Tafel XLIX.

Wegen der grofsen Spannweite der Bogen von 140 m und der verhältnismäfsig geringen Höhe zwischen Wasserspiegel und Schienenoberkante von 12 m mufsten die Bogen über der Fahrbahn angebracht und diese mittels Hängestangen an ihnen aufgehängt werden.

Bei den Bogen mit angehängter Fahrbahn darf die letztere an den Schnittpunkten mit dem Bogen nur auf einer Seite an diesem befestigt werden. Unter einer unsymmetrischen Belastung erleiden aber die Knotenpunkte der Hängestangen am Bogen eine wagerechte Verschiebung, beispielsweise nach rechts, wenn der linke Teil der Brücke belastet ist (Abb. 6, Taf. XLIX). Die Fahrbahn kann ihrerseits infolge von Wärmeänderungen den Fufspunkt der Hängestangen im entgegengesetzten Sinne verschieben, im vorliegenden Falle nach links, sodafs die Biegung der Hängestangen dann die in Abb. 6, Taf. XLIX gestrichelt angegebene ist.

Um diesem Übelstande zu begegnen, sind die Bewegungen des Bogens denjenigen der Fahrbahn angepafst worden, indem die Mitte der Fahrbahn immer in der Mitte der Entfernung CD festgehalten wird. Die Fahrbahn wird in ihrer Mitte M (Abb. 7, Taf. XLIX) durch zwei Stangen gehalten, welche in den Punkten C und D an dem Bogen befestigt sind; diese Festlegung ist unabhängig vom Wärmezustande, denn die Stangen sind mit einem Querhebel verbunden, dessen Mittelachse an der Fahrbahn befestigt ist. Die im ganzen Bogen nach derselben Seite gerichteten wagerechten Knotenverschiebungen der Bogen sind nun denjenigen der Fahrbahn höchstens in der Bogenhälfte entgegengesetzt, und die Verschiebung des Fufspunktes der Hängestangen ist höchstens gleich der Ausdehnung der halben Sehne anstatt derjenigen der ganzen Sehne CD. Das Pendeln der Hängestangen ist also vermieden.

Die Bogen haben drei Gelenke: eines M im Scheitel und zwei R und R′ in den Schenkeln (Abb. 8, Taf. XLIX). Die beiden Kragstücke CRO und C′R′O′ bilden mit der Fahrbahn einen zusammenhängenden Körper und sind mit den Widerlagern unbeweglich verbunden. Hierdurch ist die Spannweite des Bogens auf RR′ = 107,20 m verringert worden. Die Fahrbahn bedarf zweier Schienenauszüge bei R und R′.

B—s.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Unversenkte, elektrisch betriebene Schiebebühnen für gekrümmte Fahrbahn.

(Rev. gén. d. ch. d. f. Aug. 1904, S. 99. Mit Abb.)

Die Fahrbahn der Schiebebühne auf Bahnhof Paris—Montparnasse besteht aus 5 Schienen, deren mittlere nach 180 m Halbmesser gekrümmt ist. Die Führung geschieht durch Bunde auf den Mitten der äufseren und inneren Räder, die zwischen je zwei Schienen laufen. Die Laufflächen aller Räder sind kegelförmig, ihre Durchmesser wachsen von der Innenseite der Fahrbahn nach aufsen im Verhältnisse der Krümmungshalbmesser der zugehörigen Schienen.

Die Fahrbahn der Schiebebühne auf Bahnhof Le Mans besteht aus zwei geraden Stücken und einer nach 90 m Halbmesser gekrümmten Verbindung. Die Laufflächen der Räder sind gerade. Für die Fahrt in der Krümmung sind die Räder der Mittelschiene mit seitlichen Bunden versehen. In der Krümmung laufen die mittleren und äufseren Räder auf ihren Bunden, wozu besondere Schienen nötig sind, während die Führung durch den Bund der inneren Räder erfolgt. Der Durchmesser der Laufflächen der inneren Räder mufs zum Bund-Durchmesser der äufseren Räder im Verhältnisse der Krümmungshalbmesser der zugehörigen Schienen stehen.

Beide Schiebebühnen sind für Fahrzeuge mit einem Achsstande bis zu 8,8 m bestimmt; die Höchstgeschwindigkeit der ersten beträgt 0,9 m/Sek., die der zweiten 1,15 m/Sek. Bemerkenswert ist noch, dafs die Kuppelung des Spilles sich selbsttätig löst, wenn der Zug im Kabel 2000 kg überschreitet.

P—g.

Lokomotivbekohlungsanlage auf Bahnhof Grunewald.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1905, Mai, Nr. 19, S. 783. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 bis 7 auf Tafel XLVIII.

Die elektrisch betriebene Anlage, welche zur Bekohlung von mehr als 50 Lokomotiven täglich dient, besteht in der Hauptsache aus dem Kipper K, Rumpf R, Becherwerk E und Hochbehälter V. Nachdem der Kohlenzug durch die Lokomotive bis vor den Kipper K (Abb. 6 und 7, Taf. XLVIII) geschoben, werden die der Kippbühne zunächst stehenden Wagen mittels des Spilles S auf die Bühne gezogen, während der übrige Teil des Zuges durch einen Flaschenzug herangeholt wird. Zu dem Zwecke wird eine einfache Flaschenzugrolle an den Kuppelkettenhaken des vordersten Wagens gehängt, das eine Ende des Zugseiles an einer am Grundmauerwerke angebrachten Öse befestigt und das andere auf den Spillkopf aufgewickelt.

Der auf der Kippbühne K (Abb. 6, Taf. XLVIII) stehende Kohlenwagen wird an seiner Vorderachse von zwei kräftigen Widerhaken erfafst, am andern Ende durch zwei einstellbare Sicherheitsketten mit der Bühne verbunden. Die Prefsflüssigkeit, Öl oder Wasser, zum Anheben des Kippkolbens wird von einer Hochdruckpumpe P (Abb. 7, Taf. XLVIII) geliefert; sie ist stets im Gange und pumpt die Flüssigkeit bei Stillstand der Bühne in den Saugbehälter zurück. Damit ein Überschreiten der Hubgrenze des Kolbens vermieden wird, ist ein elektrischer Notausschalter vorgesehen, der den Strom bei höchster Stellung der Bühne unterbricht und dadurch den Antrieb abstellt. Ferner ist der untere Teil des Druckkolbens in der Achsenrichtung mit einem Loche versehen, das in einer in der Richtung des Durchmessers durch den Kolben gehenden Bohrung endigt, die gewöhnlich unterhalb der Stopfbüchse bleibt, das Prefswasser aber austreten läfst, sobald der Kolben diese Lage überschreitet. Um ein Niederstürzen der Bühne bei Rohrbruch zu verhüten, ist in die Zuflufsleitung ein Rückschlagventil eingeschaltet, das die Prefsflüssigkeit mit nur mäfsiger Geschwindigkeit austreten läfst.

Das Zufahrgleis ist verriegelbar, damit bei angehobener Bühne ein auf dem Gleise befindlicher Wagen nicht in die Bühnengrube fallen kann. Auch kann die Bühne in ihrer wagerechten Lage verriegelt werden, wobei gleichzeitig eine Entlastung der Bühnendrehzapfen stattfindet. Diese Vorrichtungen sind in der Weise zwangläufig mit einander verbunden, dafs die Bühne vor dem Anheben entriegelt wird, während gleichzeitig eine Verriegelung des Zufahrgleises und eine Belastung der Drehzapfen der Kippbühne stattfindet. Im entgegengesetzten Falle tritt das Umgekehrte ein. Ein Drehkran von 1000 kg Tragkraft dient dazu, die Wagenstirnwand vor dem Kippen auszuheben.

Die mit Eichenbohlen und darüber liegendem, starkem Blechbeschlage ausgefütterte Sturzgrube R (Abb. 5 und 6, Taf. XLVIII) ist mit einem Roste abgedeckt, der Kohlenstücke in der zulässigen Gröfse durchläfst, gröfsere Stücke aber zu zertrümmern gestattet. Von dieser Grube aus wird die Kohle durch eine selbsttätige, aus einem starken Kasten mit einer darunter hängenden Pendelrinne bestehenden Speisevorrichtung Sp (Abb. 5, Taf. XLVIII) gleichmäfsig dem Hebewerke E zugeführt, das sie in den Hochbehälter V befördert. Aus diesem wird sie durch zwei Drehschieber abgelassen, die sich nach der Seite des Kippers zu öffnen und nach der entgegengesetzten schliefsen; dadurch ist es ausgeschlossen, dafs sich die Schieber festsetzen, oder die Kohlenstücke zertrümmert werden.

Die durch die Ausläufe zum Füllen der Tender entnommene Kohle gelangt in die 1 t und 0,5 t fassenden Mefsgefäfse M (Abb. 5, Taf. XLVIII), die, an einem Krane hängend, ein wenig gehoben und gesenkt, wie auch im Kreise gedreht werden können.

Zum Betriebe der Anlage dienen drei elektrische Antriebe: ein 2 bis 3 pferdiger M_2 zum Antriebe der Speisevorrichtung Sp, ein 10 pferdiger M_3 zum Antriebe des Becherwerkes, ferner ein ebenso starker M_1 für Spill S und Kipperpumpe P. Stirn- und Seitenwände des Hochbehälters sind ausgemauert, während die schrägen Böden aus Trägern bestehen, die mit 10 mm starkem Eisenbleche bedeckt sind; er kann bei einem Fassungsraume von 390 cbm. 312 t Steinkohle aufnehmen.

Das Becherwerk E ist mit Rücksicht auf die grofsen Stücke und auf die schräge Stellung als Kettenwerk ausgeführt. Die Becher haben bei 500 mm Breite, 200 mm Ausladung, sodafs die gröfsten Kohlenstücke bequem von ihnen aufgenommen werden können.

Ausgeführt wurde die Anlage von der Peniger Maschinenfabrik und Eisengiefserei-A.-G., Abteilung Unruh und Liebig, Leipzig-Plagwitz. —k.

Maschinen- und Wagenwesen.

Rundfrage über Lokomotiven gröfserer Leistungsfähigkeit.

(Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer, Bd. XVIII, August 1904, S. 753.)

Die internationale Eisenbahnerversammlung bespricht unter Abschnitt V der Rundfrage über die siebente Sitzung die heutigen Lokomotiven mit grofser Leistungsfähigkeit. Die verschiedensten Eisenbahnverwaltungen haben ihre Erfahrungen über diesen Punkt zur Verfügung gestellt, die die Quelle mit Namen aufführt.

Die Vergröfserung der Lokomotiv-Leistungsfähigkeit ist aus den beiden Gesichtspunkten des Betriebes und der Wirtschaft zu betrachten. Gleichzeitig mit der stetig zunehmenden Geschwindigkeit ist auch die Verkehrslast gewachsen. Vor dem Jahre 1875 überstieg auf den grofsen europäischen Eisenbahnen das Gewicht der Schnellzüge, ohne Lokomotive und Tender, kaum 100 t. Schon um 1900 wurden Züge von 200 t Gewicht als schwere bezeichnet, während sich heute ihr Gewicht 300 t nähert, ja diese stellenweise überschreitet, ohne dafs die Geschwindigkeit dabei zurückgegangen wäre. Dabei ist noch zu beachten, dafs viele der heute im Betriebe befindlichen Lokomotiven gleichzeitig auf Berg- und Flachlandstrecken laufen müssen.

Bei den Güterzügen liegen die Verhältnisse meistens ähn-

lich, da im allgemeinen aus wirtschaftlichen Gründen das Bestreben herrscht, diese möglichst voll auszulasten.

Die Quelle bringt mit Zusammenstellungen die von den einzelnen Verwaltungen eingesandten Berichte über Betriebsverhältnisse und verwendete Lokomotivgattungen nebst Angaben über Einzelheiten in deren Bauart. Aus diesen Angaben ergibt sich folgendes.

Das zulässige Achsgewicht beträgt bei den meisten Bahnverwaltungen wenigstens 15 t, häufig 17 bis 18 t, auf einigen englischen Linien bisweilen 20 t und auf amerikanischen sogar noch mehr. Als Höchstgrenze für unsere Festlandlinien kommen jedoch jetzt wohl nur 18 t für die Lokomotiv-Achslast in Frage, aber es ist anzunehmen, dafs der heutige Schnellzugverkehr ein weiteres Anwachsen bedingen wird, sodafs der Oberbau einem Achsdrucke von 20 t wird angepafst werden müssen.

Bei Breitspur in Rufsland, Spanien, Portugal ist die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven im Verhältnisse nicht gewachsen, da auch gleichzeitig die Lasten mit gewachsen sind.

Der Triebraddurchmesser der Schnellzuglokomotiven überschreitet meistens nicht das Mafs von 2 ^{m}, was bei 300 Umdrehungen in der Minute einer Geschwindigkeit von 113 km/St. entspricht. Höchstens erreicht der Durchmesser 2,10 ^{m} oder 2,15 ^{m}, doch bleibt er meistens bei den schnellsten Lokomotiven darunter. Diese obere Grenze wäre zweckmäfsig beizubehalten, um eine Vermehrung des nicht abgefederten Lokomotivgewichtes, sowie eine sonst unausbleibliche Verringerung des Kesseldurchmessers zu vermeiden. Die durch die grofsen Winkelgeschwindigkeiten hervorgerufenen Drosselungen des Dampfes kann man dadurch ausgleichen, dafs man durch Anwendung von Kolbenschiebern gröfsere Durchgangsquerschnitte herstellt.

Bei drei- und vierfach gekuppelten Lokomotiven wählt man den Triebraddurchmesser nicht gern unter 1400 ^{mm}.

In der Auswahl der Baustoffe herrscht überall das gleiche Bestreben, nur solche von bester Beschaffenheit anzuwenden, doch scheinen sich Sondersorten, wie Nickelstahl, nicht einzubürgern.

Bezüglich der Kesselabmessungen ist eine zwischen den Rahmen liegende Rostfläche von 3 qm mit einer 75 bis 80 mal gröfsern Heizfläche die gebräuchlichste, doch kommt auch die Atlantic-Bauart mit über den Rahmenblechen liegender Feuerbüchse in Europa immer mehr auf. Die Kesselspannung beträgt bei Anwendung von Verbundwirkung 14 bis 16 at, wobei die Unterhaltungskosten der Kessel gröfsere geworden sind. In Frankreich ist die Anwendung der Serve-Rippenrohre beliebt geworden.

Mit wenigen Ausnahmen hat sich bestätigt, dafs die Verbundlokomotiven sparsamer arbeiten als Zwillingslokomotiven; besonders bewährt haben sich die Vierzylinderlokomotiven mit getrennten Steuerungen und um 180^{0} versetzten Kurbeln, die an zwei verschiedenen Treibachsen angreifen.

Die gebräuchlichsten Steuerungen sind die von Stephenson und Heusinger unter Benutzung von Kolbenschiebern und Anbringung entsprechender Luft- und Sicherheitsventile an den Schieberkasten. Durchgehende Kolbenstangen kommen nur bei Zylindern mit mehr als 500 ^{mm} Durchmesser zur Anwendung. Zur Schmierung dienen meistens Dampf-Niederschlag-Schmierer oder Schmierpumpen.

Die Lokomotivleistung beträgt den auf europäischen Bahnen zugelassenen Achsdrücken entsprechend 1500 bis 2000 P.S.

Für Eilzuglokomotiven wird meistens die Atlantic-Bauart oder die mit drei gekuppelten Achsen gewählt, je nach den Anforderungen, die der Betrieb, die Art der Strecken und der erlaubte Achsdruck stellen.

Für gemischten Dienst in der Personen- und Güterzug-Beförderung werden meistens Lokomotiven mit dreifach gekuppelten Achsen, vorderm Drehgestelle und 1,5 bis 1,8 ^{m} Raddurchmesser verwendet, während für schwere Güterzüge vorwiegend 4/5 gekuppelte Lokomotiven mit vorderer Laufachse in Frage kommen, die bis 10000 kg Zugkraft zu entwickeln vermögen.

Für den Stadtbahnbetrieb finden vorwiegend drei und vierfach gekuppelte Tenderlokomotiven Verwendung mit einer Laufachse oder einem Drehgestelle vorn oder hinten, oder auch, je nach der Betriebsart, an beiden Enden.

Von Gelenklokomotiven ist nur die Bauart Mallet-Rimrott auf stark gekrümmten Strecken im Betriebe; die meisten Verwaltungen vermeiden jedoch überhaupt Gelenklokomotiven und begnügen sich mit üblichen Bauarten.

Wenn auch im allgemeinen im Sinne der Sparsamkeit und der leichtern und raschern Unterhaltung eine Beschränkung in der Anzahl der vorhandenen Gattungen erstrebenswert ist, wird sich diese wegen der stetigen Fortschritte im Lokomotivbau und der ständig anwachsenden Anforderungen kaum in sehr weitgehendem Mafse erzielen lassen. R—l.

Bau der Roste für Steinkohle.

(Master Mechanics' Association, Juni 1904.)

Da die amerikanischen Bahnen für gewöhnlich billige, vielfach stark schlackende Steinkohlenarten brennen, so sind Schüttelroste ziemlich allgemein verbreitet. Man unterscheidet zwei Arten, Fingerroste und Kastenroste. Erstere bestehen aus Wellen mit angegossenen kurzen Roststäben, den eigentlichen Fingern. Die Finger der einzelnen Wellen greifen wechselseitig in einander. Die Kastenroste bestehen aus einer Vereinigung einer Reihe von Roststäben in Kastenform. Der Kasten ruht rechts und links mit Zapfen im längs liegenden Rostbalken. Bei guter Kohle haben sich letztere Roste gut bewährt. Bei schlackender Kohle sind jedoch nur Fingerroste zweckmäfsig, da beim Schütteln das Feuer nicht nur gehoben und gesenkt, sondern aufgebrochen wird. Der einzige Nachteil ist der, dafs die Enden der Finger leicht abbrennen, wenn sie nicht gleichmäfsig hoch liegen. Die Länge der Finger beträgt etwa 120—150 ^{mm}. Je schlackenreicher die Kohle, desto länger müssen die Finger sein. Der vordere oder hintere oder beide Teile des Rostes werden soweit drehbar eingerichtet, dafs durch Kippen der Rest des Feuers oder die Schlacken bequem in den Aschkasten fallen können. Auch diese werden zur bequemen Entleerung vielfach mit Vorrichtungen zur Entleerung vom Führerstande aus versehen. Die Schüttelvorrichtung wird so eingerichtet, dafs etwa je 1,1 qm der Rostfläche durch einen

Hebel geschüttelt werden. Bei stark schlackender Kohle geht dieses Mafs bis auf 0,7 qm herunter, bei wenig schlackender Kohle können bis 2,7 qm auf einen Hebel entfallen.

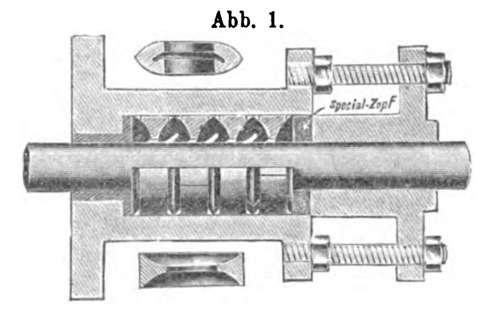
Bei schmalen Rosten genügt je ein Rostbalken auf jeder Längsseite der Feuerbüchse, bei breiten Feuerbüchsen ist noch ein Längsbalken in der Mitte nötig. Zu den Rosten selbst wird möglichst billiges Gufseisen verwendet, Hartgufs wird nicht für erforderlich gehalten. Viele Bahnen giefsen übrigens alle Löcher für Bolzen und Stifte mit ein, um an Bearbeitung zu sparen.

Die freien Luftöffnungen an den Aschkästen sollen 25 % der Rostfläche betragen und möglichst gleichmäfsig auf alle vier Seiten verteilt werden. M—n.

Greiser's*) Linsen-Packung mit Schmierkammern.

Diese im Betriebe bewährte Erfindung zeigt eine Stopfbüchsenpackung, welche als jahrelang haltende Metallpackung zugleich dauernd die Eigenschaften einer Fettpackung besitzt. Die Einrichtung zeigt Textabb. 1.

Abb. 1.



Durch die spitzwinkelig zur Auswärtsbewegung der Stange gestellte Richtung der Schmierkammern wird erreicht, dafs alle von der Stange mitgeführten Teile von Dampf, Öl, Fett und Wasser Aufnahme in den Schmierkammern finden. Bei der Einwärtsbewegung der Stange schliefst der Zopf die Aufsenluft ab, wodurch eine Saugwirkung in der Stopfbüchse entsteht, die die in den Schmiernuten angesammelten Fette wieder mitnimmt. Durch die Schräge der Nuten wird diese Abgabe wieder erleichtert, also wird dauernd eine günstige Verteilung des Schmiermittels bewirkt. Die Packung liegt nur leicht angezogen in der Stopfbüchse, schmiegt sich federnd auch einer etwas abgenutzten und rissigen Stange an, sodafs leichter Gang erzielt wird. Bei Verwendung einer geeigneten, schmierfähigen Weifsmetall-Mischung werden die Stangen nicht angegriffen, sondern spiegelblank erhalten. Zusammenbrennen der einzelnen Ringe ist auch bei gröfster Hitze und nach Jahren ausgeschlossen.

Vergleichende Anfahrversuche mit Dampf- und elektrischen Lokomotiven auf der New-York Central-Bahn.

(Railroad Gazette 1905, S. 584, mit Abb.)

Die Versuche wurden mit einer neuen elektrischen Lokomotive der New-York Centralbahn**) und einer schweren Personenzug-Lokomotive der Pacific-Bauart, wie solche auf der Michigan-Central-Bahn*) verwandt werden, angestellt. Die ganze Triebachslast war bei beiden Lokomotiven gleich. Die Versuchszüge bestanden aus 6 und 8 Wagen. Bei den Zügen mit 8 Wagen betrug das Gewicht des elektrischen sowie des Dampfzuges einschliefslich der Lokomotiven 465 t, bei den Zügen mit 6 Wagen betrug das Gewicht des elektrischen mit Lokomotive 370 t, des Dampfzuges mit Lokomotive 387 t.

Die Versuchsstrecke war 9,7 km lang und hatte Steigungen von 9,5 bis 38,0 mm; die schärfste von 6 Krümmungen hatte 250 m Halbmesser. Die Schienen waren während der Versuche trocken.

Die Ergebnisse sind deshalb für den elektrischen Betrieb etwas zu ungünstig, weil die Stromschiene einen kleinern Querschnitt hatte, als auf den anderen elektrischen Strecken der New-York Central-Bahn.

Infolge dessen zeigte sich bei einigen Versuchen, dafs der elektrische Zug wegen des starken Spannungsabfalles zunächst langsamer fuhr, als der Dampfzug, diesen erst nach 1 bis 1,5 km Fahrt erreichte und dann überholte. Im übrigen zeigten sich die bekannten Vorteile des elektrischen Betriebes bezüglich des Anfahrens. P—g.

Lokomotivversuche mit 17,5 at Dampfspannung.

(Railroad Gazette 1905, S. 651.)

Die Dampfspannung im Lokomotivbetriebe ist von den ersten Anfängen bis heute immer gewachsen; es liegt deshalb nahe, die Frage zu stellen, ob eine weitere Steigerung vorteilhaft ist. Höhere Dampfspannung hat nicht unbedingt höhere Leistung zur Folge; wird aber durch höhere Spannung Dampfersparnis erzielt, so wächst die Leistung der Lokomotive für eine gegebene Leistung des Kessels. Um die Frage zu untersuchen, welcher Druck für Zwillingslokomotiven am vorteilhaftesten ist, wurden auf dem Versuchstand der Purdue Hochschule Versuche mit verschiedenen Dampfspannungen, für jede Spannung mit verschiedenen Geschwindigkeiten und Füllungen, angestellt. Zu den Kosten der Versuche hat die Carnegie-Stiftung einen erheblichen Beitrag geliefert. Im Laufe des Sommers 1905 dürften die Versuche zu Ende geführt werden.

Die betreffende Lokomotive hat 406 mm Zylinderdurchmesser, 609 mm Kolbenhub und eine Kesselheizfläche von 112 qm.

Nach den bisherigen Beobachtungen ist die Dampfersparnis bei einer Spannung von 16,8 at gegenüber einer solchen von 12,6 at äufserst gering. Dagegen wurde es sogar bei den Laboratoriumsversuchen viel schwerer, den Kessel dicht zu halten, umsomehr im Betriebe, wo kleinere Undichtigkeiten leicht übersehen werden. Auch die nachteiligen Folgen unreinen Speisewassers wachsen mit höherer Dampfspannung; besonders zeigte sich dies an den Strahlpumpen und Speiseventilen.

Eine Steigerung der Dampfspannung über die jetzt übliche dürfte nicht angebracht sein, da die erreichbare Dampfersparnis zu klein ist im Vergleiche zu der schwierigen Handhabung und Unterhaltung der Lokomotiven. P—g.

*) Gebrüder Greiser, Hannover.

**) Organ 1905, S. 147 u. 171.

*) Organ 1904, S. 277.



Lokomotiven auf der Lütticher Ausstellung.

(Engineer 1905, S. 615. Mit Abb.)

Nach einem Rückblicke auf die Entwickelung der Vierzylinder-Verbundlokomotiven in Frankreich wird die neueste Lokomotive dieser Gattung für die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn beschrieben. Diese in Lüttich ausgestellte, $^3/_5$ gekuppelte Lokomotive zeigt die Bauart de Glehn.

Jeder der vier nebeneinander liegenden Zylinder hat Kolbenschieber und Heusinger-Steuerung. Die Hochdruckfüllung kann zwischen 20 und 88 $^0/_0$ eingestellt werden, die Niederdruckfüllung beträgt für beide Fahrrichtungen 63 $^0/_0$. Es ist nur eine Steuerschraube vorhanden, auf der sich hinten die Mutter für die Hochdrucksteuerung, vorn die Mutter für die Niederdrucksteuerung bewegt. Die Verbindung zwischen Steuerschraube und Niederdruckmutter ist lösbar; damit sie sich nicht beim Verlegen der Steuerung durch Stöfse im Steuerungsgestänge von selbst löst, ist die Umsteuerstange mit einer Ölbremse verbunden.

In Anbetracht der grofsen Hochdruckfüllung ist es nicht nötig, während des Anfahrens den Verbinder vom kleinen Zylinder abzuschliefsen, es genügt, dem Verbinder Frischdampf zuzuführen. Auf jedem Verbinder befindet sich ein Sicherheitsventil, das bei 5,6 at abbläst, auch sind die Zylinder mit Luftsaugeventilen versehen. Der Rauminhalt des Verbinders beträgt 0,14 cbm. Die schädlichen Räume betragen für Hochdruck vorn 10 $^0/_0$, hinten 10,3 $^0/_0$, für Niederdruck vorn 6,6 $^0/_0$, hinten 5,95 $^0/_0$. Die Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinder-	Durchmesser Hochdruck d	340 mm
	Durchmesser Niederdruck d_1	540 «
	Kolbenhub h	650 «
Triebraddurchmesser D		2000 «
Heizfläche, innere H		221,17 qm
Rostfläche R		3 qm
Dampfüberdruck p		16 at
Gewicht im Dienste Triebachlast L_1		45,8 t
« « « im ganzen L		59 t
Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche H : R		74
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : L		3,7 qm
Zugkraft $Z = \frac{54^2 \cdot 65}{200} 0,4 \cdot 16$		6050 kg
Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z : H		27 «
Zugkraft für 1 t Dienstgewicht Z : L		103 «
Zugkraft für 1 t Triebachslast Z : L_1		123 «

P—g.

Heifsdampf-Lokomotiven der belgischen Staatsbahn.

(Engineer 1905, S. 633. Mit Abb.)

Die belgische Staatsbahn war bereits 1900 mit W. Schmidt behufs Einführung von Überhitzern bei ihren Lokomotiven in Verbindung getreten, doch war der damals von Schmidt angewandte Rauchkammerüberhitzer für die belgischen Lokomotiven wenig geeignet, da diese meist Innenzylinder haben.

Später entschlofs man sich, einen Versuch mit dem Schmidtschen Rauchröhrenüberhitzer zu machen und rüstete eine $^3/_5$ gekuppelte Schnellzug-Lokomotive von 130 qm ganzer Heizfläche mit einem solchen von 27,15 qm äufserer Überhitzerfläche aus. Mit dieser Lokomotive und einer zweiten von gleichen Abmessungen, aber ohne Überhitzer, deren Heizfläche 173 qm betrug, wurden vergleichende Versuche angestellt, welche für Heifsdampf eine Ersparnis am Heizstoff von 12,5 $^0/_0$, an Wasser von 16,5 $^0/_0$ ergaben. Die Heifsdampf-Lokomotive hat sich in 18 monatlichem Betriebe gut bewährt. Nach diesen günstigen Ergebnissen hat die belgische Staatsbahn neuerdings 25 Heifsdampf-Lokomotiven fünf verschiedener Gattungen in Auftrag gegeben.

Ferner hat die belgische Staatsbahn beschlossen, Versuche mit Heifsdampf bei Verbund-Lokomotiven zu machen. Für diese Versuche haben die Cockerill-Werke in Seraing einen Rauchröhren-Überhitzer gebaut, den man entweder als Ganzes zur Erhöhung der Dampfwärme im Verbinder, oder geteilt zur Erhöhung der Wärme des Frischdampfes und des Dampfes im Verbinder verwenden kann. Der Überhitzer ist bei der in Lüttich ausgestellten Vierzylinder-Verbundlokomotive eingebaut. Ein Verteilungsventil mit drei Kolben im Dampfdome erlaubt, die beiden Überhitzerhälften entweder hinter- oder nebeneinander zu schalten. Sollten die Versuche ergeben, dafs es vorteilhafter ist, nur den Dampf im Verbinder zu überhitzen, so läfst sich die Bauart des Überhitzers einfacher gestalten, als bei der Versuchsausführung.

P—g.

Dampfwagen der Glasgow und Süd-West Bahn.

(Engineer 1905, S. 296. Mit Abb.)

Die genannte Bahn hat einen Dampfwagen, der für 50 Personen Sitzplätze hat, in Gebrauch genommen. Der Vorderteil besteht aus einer kleinen zweiachsigen Lokomotive, deren Verbindung mit dem Wagenkasten gelöst werden kann; das andere Ende des Wagenkastens ruht auf einem zweiachsigen Drehgestelle.

P. g.

Lokomotivrahmen aus Stahlgufs.

(Railroad Gazette 1905, S. 180. Mit Abb.)

In den letzten Jahren hat die Verwendung von Stahlgufsrahmen an Stelle der geschmiedeten in Amerika sehr zugenommen. Früher zeigten solche Rahmen häufig Risse, die beim Abkühlen in der Gufsform entstanden waren, oder es waren doch die vom Giefsen herrührenden Spannungen im Innern der Rahmen so grofs, dafs sie den Beanspruchungen des Lokomotivbetriebes nicht Stand hielten. Inzwischen ist das Herstellungsverfahren so verbessert worden, dafs das Reifsen beim Giefsen vermieden wird; die Verwendung des besten Herdstahles mit geringem Phosphorsäueregehalte, das sorgfältige Abkühlen der Gufsstücke haben die Bedenken gegen Stahlgufsrahmen beseitigt.

Eine Rundfrage bei den amerikanischen Eisenbahn-Verwaltungen ergab eine starke Mehrheit zu Gunsten des Stahlgufsrahmens. Der von der Master Mechanics' Association eingesetzte Prüfungsausschufs kam zu folgendem Ergebnisse:

Stahlgufs ist ein besserer Stoff für Lokomotivrahmen als Schweifseisen. Die Zugfestigkeit des für Rahmen geeigneten Stahles beträgt etwa 5250 kg/qcm, diejenige des besten Schweifseisens etwa 3750 kg/qcm. Stahlgufsrahmen haben ein ganz gleichmäfsiges Gefüge ohne Schweifsstellen. Vorsprünge für

Lagerung von Wellen und dergleichen lassen sich bei Stahlgufsrahmen in viel einfacherer Weise herstellen, als bei geschweifsten Rahmen. Wenn mit Stahlgufsrahmen manchmal schlechte Erfahrungen gemacht worden sind, so war die Bauart oder das Herstellungsverfahren schuld.

Eine gröfsere Anzahl Stahlgufsrahmen der Union-Steel Co., Pittsburg, Pa., ist in der Quelle abgebildet. Dieses Werk stellt die Rahmen nach einem patentierten Verfahren her. Beim Trocknen der Gufsformen wird die Oberfläche sorgfältig getrocknet, während die grofse Masse des Sandes feucht bleibt und deshalb nachgibt, wenn sich der Rahmen beim Erkalten zusammenzieht. P—g.

4/6 gekuppelte Tender-Lokomotive der Pariser Gürtelbahn mit vorderm zweiachsigen Drehgestelle.

(Rev. gén. d. ch. d. fer 1905, S. 312. Mit Abb.)

Auf der Pariser Gürtelbahn zwischen Juvisy und Versailles, einer Strecke mit Steigungen bis zu $15\,^0/_{00}$ und Krümmungen von 350^m Halbmesser wurden seither für Güterzüge Lokomotiven der Westbahn mit 3 Kuppelachsen verwandt; für diese war nur ein Zuggewicht von 310 t, auf einem Teile der Strecke sogar nur von 215 t zulässig.

Um schwerere Züge befördern zu können, wurden im Mai 1904 fünf 4/6 gekuppelte Tender-Lokomotiven in Betrieb genommen, welche 430 t auf einer Steigung von $15\,^0/_{00}$ und 550 t auf $10\,^0/_{00}$ schleppen sollen. Sie sind Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven der Bauart de Glehn, erbaut von der Elsässischen Lokomotivbauanstalt in Belfort. Nach ihrer Inbetriebnahme hat die Zahl der Güterzugkilometer auf der genannten Strecke um $30\,^0/_0$ abgenommen. Der Heizstoffverbrauch betrug bei den alten Lokomotiven 0,0562 kg/t km, bei den neuen ist er auf 0,0448 kg/t km gefallen.

Die Lokomotiven haben vier Kuppelachsen und ein vorderes zweiachsiges Drehgestell; die aufsen liegenden Hochdruckzylinder arbeiten auf die zweite Kuppelachse, die innen liegenden Niederdruckzylinder auf die erste.

Die Hauptträger des Rahmens sind 28^{mm} stark, sehr hoch und stark versteift. Die Räder der zweiten Kuppelachse haben keine Spurkränze. Der feste Achsstand beträgt nur $4{,}75^m$ bei 1440^{mm} Triebraddurchmesser.

Das Drehgestell hat Aufsenrahmen; 800^{mm} Raddurchmesser und 22^{mm} Achsstand. Die Last wird mittels seitlicher Gleitstücke auf das Drehgestell übertragen, der Zapfen dient nur zur Führung. Die seitliche Verschiebbarkeit beträgt 50^{mm}. Die vorderen Buffer stellen sich durch Hebelverbindung in Krümmungen gegenseitig zwangläufig ein.

Die Mittellinien der Zylinder liegen unter 1 : 10 geneigt. Die Hochdruck-Flachschieber liegen über den Zylindern, die Niederdruckschieber sind seitlich geneigt, um die Ausströmung zu erleichtern.

Die Lokomotive hat Heusinger-Steuerung, die Schwingen werden aufsen durch Gegenkurbeln, innen durch zwei zweimittige Scheiben bewegt.

Der Führer steht links und hat zwei in einer Achse hinter einander liegende Steuerungschrauben vor sich; die vordern für die Niederdruckzylinder kann beliebig mit der hintern für die Hochdruckzylinder gekuppelt werden. Der Führer kann dem Niederdruckschieberkasten mittels eines besondern Handgriffs Frischdampf zuführen; ein Sicherheitsventil verhindert, dafs seine Pressung 6 at überschreitet.

Der Kessel hat eine Feuerkiste nach Belpaire, welche über der dritten Kuppelachse liegt. Die Kupferplatten der Feuerkiste werden durch Eisenniete zusammengehalten; die Stehbolzen der drei obersten Reihen bestehen aus Mangankupfer; die Mitte des Langkessels liegt $2{,}62^m$ über S.O., der gewölbte Feuerschirm in der Feuerkiste ist etwa 1^m lang.

Eine Westinghouse-Bremse bremst alle Räder, doch kann die Bremse des Drehgestelles abgestellt werden. Die Bremsklötze der Drehgestell-Räder liegen vorn hinter und hinten vor dem Rade.

Mittels eines Prefsluft-Sandstreuers kann bei Vorwärtsfahrt vor den beiden Triebachsen, bei Rückwärtsfahrt vor der Hochdruck-Triebachse und der dritten Kuppelachse Sand gestreut werden.

Die seitlich angebrachten Wasserkästen reichen nur bis zum Dome und lassen zwischen sich und dem Niederdruckschieberkasten einen $1{,}3^m$ breiten Raum zur Besichtigung des Triebwerks frei.

Die Hauptabmessungen der Lokomotiven sind folgende:

Dampfzylinder	Durchmesser-Hochdruck d	370 mm
	Durchmesser-Niederdruck d	570 «
	Kolbenhub h	650 «
Triebraddurchmesser D		1440 «
Heizfläche, innere H		203,4 qm
Rostfläche R		2,27 «
Dampfüberdruck p		15 at
Serve-Heizrohre	Länge	4100 mm
	Durchmesser, äufserer	70 «
	Anzahl	126 «
Mittlerer Kesseldurchmesser		1446 «
Gewicht, leer		65,7 t
Gewicht, im Dienste	Triebachslast L_1	61,1 t
« « «	im ganzen L	81,2 t
Inhalt des Wasserbehälters		6 cbm
« « Kohlenraumes		4 t
Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche H : R		89,6 t
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : L		2,5 qm
Zugkraft $Z = \frac{d^2_1 \cdot h}{D}\, 0{,}47\, p$		10320 kg
Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z : H		50,8 kg
« « 1 t Dienstgewicht Z : L		127 kg
« « 1 t Triebachslast $Z : L_1$		169 kg

P—g.

Betrieb.

Verhalten der Wagen mit hölzernen und eisernen Oberkasten bei Unfällen auf der New-Yorker Untergrundbahn.

(Railroad Gazette 1905, S. 318 und 329. Mit Abb.)

Am 29. März ereignete sich am westlichen Ende der New-Yorker Untergrundbahn ein Unfall, bei dem der Tunnel erheblich beschädigt wurde, sodafs die Inbetriebnahme der im Bau begriffenen Anschlufsstrecke mindestens um einige Wochen verzögert wird. Diese war fast vollendet und teilweise schon mit Gleisen versehen.

Eins dieser Gleise wurde zum Aufstellen der Züge während

der verkehrsarmen Zeit verwendet. Hierbei fuhr ein Leerzug aus sieben Wagen, einem Wagen aus Stahl vorn und hinten, und fünf Wagen aus Holz mit Kupferblechverkleidung in der Mitte über die fertige Strecke hinaus, durch eine Holzscheidewand, die zu Lüftungszwecken diente, hindurch und blieb schliefslich stehen, ohne dafs die Wagen stark beschädigt worden wären. Der Führer blieb unverletzt und gelangte durch den Zug und den Tunnel nach der Station zurück.

Als der Zug durch die Holzwand brach, bemerkten die Tunnel-Arbeiter einen Feuerschein, der wahrscheinlich von einem Kurzschlufs zwischen der dritten Schiene und einer Sammlerbürste herrührte. Bald darauf brach Feuer aus. Die Arbeiter konnten sich durch die Einsteigschachte retten. Die Flammen ergriffen die Holzzimmerung der unfertigen Tunnelstrecke und brannten mehr als einen Tag. Die Feuerwehr konnte nur die Zimmerung der Einsteigschachte retten, aber wegen der starken Hitze und wegen des starken Rauches nicht an das Feuer im Tunnel gelangen.

Die Besichtigung des Tunnels nach Beendigung des Brandes ergab, dafs auf einer Strecke von etwa 200 ^{m} das Mauerwerk durch die grofse Hitze zerstört war, das umgebende Gestein war teilweise nachgestürzt, die Holzzimmerung war ganz ausgebrannt. Noch bemerkenswerter war aber das Ergebnis der Besichtigung des Zuges. Obwohl die Hitze so grofs war, dafs die Aluminiumteile im Innern der Stahlwagen geschmolzen waren, waren diese selbst nicht erheblich beschädigt, einige Platten hatten sich gebogen, die Farbe war abgebrannt. Dagegen waren die Wagenkasten aus Holz mit Kupferblechverkleidung völlig zerstört, nur ein Trümmerhaufen war davon übrig, während die zugehörigen eisernen Untergestelle ebenfalls kaum beschädigt waren.

Beim Baue dieser Holzwagen war auf Schutz gegen Feuer so viel wie möglich Rücksicht genommen. Sie haben Stahlschwellen, die Endbühne ist teils aus Holz, teils aus Eisen, die Seitenrahmen sind verstärkt; der Boden ist gegen Feuer, das von Kurzschlüssen unterhalb des Wagens herrührt, durch Stahlbleche und durch eine die Schwellen umgebende unverbrennbare Füllung geschützt; der Kupferblechbelag hält Feuer von der Aufsenseite ab; alles Holz ist mit einer Feuerschutzlösung getränkt, die mindestens bewirkt, dafs es langsam brennt.

Wäre der Zug bei dem Unfalle mit Fahrgästen besetzt gewesen, so hätten alle diese Vorsichtsmafsregeln zweifellos nicht genügt, um Verluste an Menschenleben zu verhindern. Wenn der Wagen bei einem Unfalle zertrümmert wird und das Holz zersplittert, oder wenn ein Wagen in die Nähe eines grofsen Feuers kommt, so sind alle Vorkehrungen zum Schutze des Holzes gegen Feuer vergeblich.

Stahlwagen sind aber nicht nur gegen Feuer, sondern auch bei Zusammenstöfsen sicherer. Besonders gefährlich ist es, Stahlwagen und Wagen aus Holz in demselben Zuge zu verwenden; Unfälle auf der New-Yorker Untergrundbahn haben gezeigt, dafs dann bei Zusammenstöfsen immer die Holzwagen den geringern Widerstand leisten und zertrümmert werden.

P—g.

Elektrische Eisenbahnen.

Berechtigung zur Entnahme von Strom für Arbeitszwecke aus der Oberleitung einer Strafsenbahn.

Die Stadtgemeinde Stuttgart hatte einen Prozefs gegen die Stuttgarter Strafsenbahn-Gesellschaft angestrengt, weil die Strafsenbahn den von dem städtischen Elektrizitätswerke bezogenen Strom für ihren ganzen technischen Betrieb zu dem vereinbarten Preise von 12 Pf./KW.St. entnahm, während die Stadt meint, dafs dieser Preis nur für die Kraft gelte, die zur Fortbewegung und zur innern Beleuchtung der Strafsenbahnwagen erforderlich sei.

Diese Streitfrage war entstanden, da die Strafsenbahnverwaltung im Laufe der Zeit durch den aus dem Oberleitungsnetze entnommenen Strom auch ihre an dieses Leitungsnetz angeschlossenen Arbeitsmaschinen in den Werkstätten und viele Beleuchtungskörper in den Wagenhallen, Werkstätten und Diensträumen speisen läfst.

Im Jahre 1889 hatte die Strafsenbahn, welche damals Pferdebetrieb hatte, einen Vertrag mit der Stadt geschlossen, welcher später, als im Jahre 1894 elektrischer Betrieb eingeführt wurde, einen Nachtrag erhielt, wonach sich die Stadt verpflichtete, die Elektrizität zu liefern, hierbei wurde der Preis von 12 Pf./K.W.St. festgesetzt. Zuerst betrieb die Firma Schuckert und Co. in Nürnberg die Elektrizitätswerke, dann die Kontinentale Gesellschaft; vom Jahre 1902 ab hat die Stadt das Werk selbst übernommen. Schon im Jahre 1901 machte die Kontinentale Gesellschaft Ansprüche geltend, indem sie für die Arbeit, die damals schon in der vorerwähnten Weise gebraucht wurde, einen noch zu vereinbarenden, aber höhern Preis beanspruchte. Doch drang damals die Strafsenbahn mit der von ihr geltend gemachten Ansicht durch, dafs sie ohne Rücksicht auf die Verwendung auf Grund ihres Vertrages nur 12 Pf./K.W.St. zu bezahlen habe.

Im August 1902, als das Elektrizitätswerk an die Stadt überging, kam man wieder auf eine Beanstandung der Berechnungsweise und meinte, die Strafsenbahn habe gemäfs dem allgemeinen Tarife für die Verwendung der Arbeit in der erwähnten Weise jährlich über 17000 M. mehr zu bezahlen. Der Klageweg wurde beschritten, und jetzt schweben in dieser Angelegenheit vier Prozesse, wobei der Streitgegenstand auf 250000 M. angenommen ist. Das Landgericht Stuttgart hat durch ein Zwischenurteil zu Gunsten der Stadtgemeinde erkannt. Die Beklagte sei nicht berechtigt, aus dem Oberleitungsnetze mehr elektrischen Strom zu entnehmen, als zur Fortbewegung und zur innern Beleuchtung der Strafsenbahnwagen erforderlich ist, und verpflichtet, der Klägerin den Betrag zu ersetzen, welcher ihr für die Zeit vom 1. April 1902 entgangen ist. Gegen dieses Urteil legte die Strafsenbahn Berufung beim Oberlandesgerichte Stuttgart ein, aber ohne Erfolg. Dagegen ist nun die von der Beklagten beim Reichsgerichte eingelegte Revision, die sich auf den schon vorerwähnten Vertrag vom Jahre 1894 stützte, vom III. Zivilsenate für begründet angesehen und die Sache unter Aufhebung des Urteils zur nochmaligen Verhandlung an das Oberlandesgericht zurückverwiesen.

J. S.

Technische Litteratur.

Die Zahnbahnen. Bearbeitet von Dolezalek, Hannover. Abschnitt A des 4. Bandes der »Eisenbahn-Technik der Gegenwart« herausgegeben von Blum, v. Borries und Barkhausen. 176 Seiten, mit 208 Abb. im Text. Preis 6,60 M. Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 1905.

Während die Steilbahnen für Vergnügungszwecke ihre Bedeutung nicht verloren haben, ist die Ausführung von Eisenbahnen mit gemischtem Betriebe zur Überwindung von grofsen Höhenunterschieden an Stelle von reinen Reibungsbahnen zur Verminderung der Bau- und Betriebskosten auch für den Güterverkehr mehr in den Vordergrund gerückt.

Mit Recht hat sich die Scheu vor Anwendung der Zahnstange mehr oder weniger verloren, und man hat wenigstens für Linien ohne durchgehenden und Schnellzugs-Verkehr und solche ohne erhebliche Bedeutung für die Landesverteidigung Bahnen in gemischter Bauweise ausgeführt.

So ist innerhalb der preufsisch-hessischen Eisenbahngemeinschaft im Herbste 1904 der Betrieb auf der Nebenbahn Ilmenau-Schleusingen eröffnet worden und die Linie Boppard-Castellanen ist in Ausführung begriffen.

Wenn wir nun auch aus der Feder von R. Abt schon eine vorzügliche Bearbeitung der Lokomotiv-Steilbahnen im Handbuche der Ingenieur-Wissenschaften, V. Band, 8. Abteilung besitzen,*) so darf man es doch mit Freuden begrüfsen, dafs in dem die Eisenbahn-Technik der Gegenwart umfassenden Rahmen eine eingehende Behandlung der Zahnbahnen von C. Dolezalek erschienen ist, welche in ihrer Eigenart sehr wohl neben der genannten Arbeit ihren Platz behaupten wird.

Dolezalek geht auf die rechnerischen und betriebstechnischen Grundlagen näher ein, erörtert aber namentlich auch auf rechnerischem Wege die baulichen Anordnungen der Zahnstange, Zahnräder und Lokomotiven im einzelnen. Das Verständnis der in grofser Zahl beigegebenen mustergültigen Abbildungen wird durch die zum Teil angewandte übersichtliche, sich auf die Grundzüge beschränkende Zeichnung wesentlich erhöht. Zahlreiche rechnungsmäfsig durchgeführte Beispiele mit Mitteilungen über im Betriebe angestellte Versuche und gewonnene Erfahrungen bereichern die Darstellung.

Den Schlufs des wertvollen Buches bilden Beispiele ausgeführter gemischter Bahnen unter Wiedergabe der Höhenpläne von neun Bahnen, die wir allerdings gerne durch die Angabe der Bogen vervollständigt gesehen hätten. Auch der Höhenplan der oben genannten Bahn Ilmenau-Schleusingen ist mitgeteilt.

Alles in allem handelt es sich um eine klassische Bearbeitung des wichtigen Gegenstandes. Wir können bei dieser Gelegenheit nicht den Wunsch unterdrücken, der Herr Verfasser möge auch sein vielversprechendes Werk über Tunnelbau, das in drei Lieferungen vorliegt,**) in absehbarer Zeit vollenden; des Dankes der Fachgenossen darf er versichert sein.

W—e.

*) Vergl. Organ 1902, S. 95 und 230.

**) Hannover, Helwing, 1896.

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie. Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti. Unione tipografico-editrice torinese. Mailand, Turin, Rom und Neapel. Preis des Heftes 1,6 M.

Heft 206. Vol. II, Teil II, Cap. XII. Verwendung der Elektrizität zur Sicherung des Eisenbahnbetriebes von Ingenieur Pietro Oppizzi.

Heft 206 bis. Vol. IV, Teil IV, Cap. XXIV. Druck und Stempelung der Fahrkarten von Ingenieur Pietro Oppizzi.

Heft 207. Vol. II, Teil II, Cap. X. Weichen- und Signal-Stellwerke von Ingenieur Giuseppe Boschetti.

Der Städtebau. Monatschrift für die künstlerische Ausgestaltung der Städte nach ihren wirtschaftlichen, gesundheitlichen und sozialen Grundsätzen. Gegründet von Th. Goecke und Camillo Sitte, Berlin und Wien. Berlin, Ernst Wasmuth. Preis in Deutschland und Österreich 20 M. für 12 Hefte im Jahre.

Wir machen unsern Leserkreis auf diese im zweiten Jahrgange erscheinende und vorzüglich ausgestattete Zeitschrift besonders aufmerksam. Sie hat sich das Ziel gesetzt, auf die zugleich im Sinne der Allgemeinheit vorteilhafte, schöne und gesunde Entwickelung der Städte einzuwirken, und zwar durch Mitteilung von neueren guten Bebauungsplänen, durch Darlegung der Fehler bestehender älterer, durch Wiedergabe schöner alter Städtebilder und durch Aufstellung von Vorschlägen zu deren Erhaltung und Verschönerung.

In der kurzen Zeit ihres Bestehens hat die sachkundige Leitung der Zeitschrift einen reichen Stoff an wirtschaftlich wertvollen Mitteilungen gesammelt, der durch die anmutende Art der Verwendung und Darstellung dem Leser zugleich Genufs zu bereiten geeignet ist.

Wir wünschen dem wohleingeleiteten Werke den besten Fortgang.

Geschäftsberichte und statistische Nachrichten von Eisenbahn-Verwaltungen.

Statistik des Rollmaterials der schweizerischen Eisenbahnen. Bestand am Ende des Jahres 1904. Herausgegeben vom Schweizerischen Post- und Eisenbahndepartement, Bern, Juni 1905, H. Fenz.

33. Geschäftsbericht der Direktion und des Verwaltungsrates der Gotthardbahn, umfassend das Jahr 1904. Luzern, H. Keller, 1905.

Statistischer Bericht über den Betrieb der unter königlich sächsischer Staatsverwaltung stehenden Staats- und Privat-Eisenbahnen mit Nachrichten über Eisenbahn-Neubau im Jahre 1904. Herausgegeben vom königlich sächsischen Finanzministerum, Dresden.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Inhalt des zehnten Heftes, Oktober 1905.

Wiesbaden.
C. W. Kreidel's Verlag.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. Alle Rechte vorbehalten. | 10. Heft. 1905.

Die Lokomotiven auf der Weltausstellung in St. Louis 1904.

Von **Fr. Gutbrod,** Regierungsbaumeister in Halle a. S.

Hierzu Mafszusammenstellung auf Tafel LIV und Zeichnungen Abb. 1 bis 35 auf den Tafeln LV bis LVII.

(Fortsetzung von Seite 219.)

II. Einzelbeschreibung.

II. A. Die Personen- und Schnellzugslokomotiven.

An Personen- und Schnellzugslokomotiven waren im ganzen 21 ausgestellt, von denen zwei auf Deutschland, eine auf Frankreich, eine englische auf Kanada und 17, also die bei weitem meisten, auf die Vereinigten Staaten von Amerika entfielen.

Für den amerikanischen Lokomotivbau ist bezeichnend, dafs die beiden einzigen 2/4 gekuppelten Ausstellungslokomotiven mit vorderm Drehgestelle, die die »American« Grundform, die bei uns zur Zeit verbreitetste Bauart, vertraten, der Vergangenheit angehörten. Die 2/4 gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Schnellzugslokomotive, Bauart Vauclain, der Baltimore und Ohio-Eisenbahn war seiner Zeit auf der Ausstellung in Chicago 1892 schon ausgestellt und sollte den Ausstellungsbesuchern von St. Louis nur die seit jener Zeit gemachten Fortschritte des amerikanischen Lokomotivbaues vor Augen führen. Die 2/4 gekuppelte Zweizylinder-Zwillings-Personenzugslokomotive der Hicks-Lokomotiv- und Ausbesserungs-Werke sollen die Güte der Wiederherstellungsarbeiten dieses Werkes an einer Lokomotive älterer Bauart zum Ausdrucke bringen. Beide Lokomotiven sollen aus diesem Grunde von der folgenden Besprechung ausgeschlossen werden.

Von den verbleibenden fünfzehn amerikanischen Schnellzuglokomotiven gehörten neun der »Atlantic«-, also der 2/5 gekuppelten Bauart mit vorderm Drehgestelle und hinterer Laufachse an, die sich in den europäischen Staaten erst seit wenigen Jahren zu verbreiten beginnt, drei der »Ten Wheel«- oder »Prairie«-, also der 3/5 gekuppelten Bauart mit vorderm Drehgestelle oder einer vordern und einer hintern Laufachse, und drei der »Pacific«-, also der 3/6 gekuppelten Bauart mit vorderm Drehgestelle und hinterer Laufachse an.

Schnell- und Personenzuglokomotiven mit einer Triebachse oder mehr als drei Triebachsen werden in den Vereinigten Staaten nicht verwendet. Unter den aufgezählten Gattungen ist die 2/5 gekuppelte »Atlantic«-Form, wie auch die auf die einzelnen Bauarten sich verteilende Zahl der Ausstellungs-Lokomotiven zeigt, die weitaus verbreitetste und die eigentliche Vertreterin der heutigen amerikanischen Schnellzuglokomotive. Die noch vor wenigen Jahren fast ausschliefslich verwendete 2/4 gekuppelte »American«-Form genügt den heutigen Anforderungen nicht mehr; die 2/5 gekuppelte »Atlantic«-Form ist ihr hinsichtlich des Triebachsgewichtes, der Dampfmaschinenleistung und der Heizfläche beträchtlich überlegen. Von ihr werden Dauerleistungen von 1500 bis 1800 P.S. verlangt. Der erforderlichen Ausbildung des Kessels kommt die hinter den beiden Triebachsen angeordnete Laufachse sehr zu statten, da sie die Ausbildung einer breiten und demgemäfs grofsen Rostfläche ermöglicht.

Ungünstig gestaltet sich bei diesen Lokomotiven die Wahl der Achsstände und damit die Verteilung der Last auf die Achsen. Namentlich die Belastung der hintern Laufachse ist wegen des grofsen Gewichtes der Feuerbüchse sehr hoch und nicht selten so grofs, wie die der beiden Laufachsen des Drehgestelles zusammen, vereinzelt sogar gröfser, wie bei der Ausstellungslokomotive der Norfolk und West-Eisenbahn und derjenigen der Baltimore und Ohio-Eisenbahn.

Die Anordnung der Zylinder der »Atlantic«-Form bietet da keine Schwierigkeit, wo nur Aufsenzylinder in Betracht kommen und deshalb die hintere, zweite Triebachse angetrieben werden kann, was bei den zweizylindrigen Ausstellungslokomotiven denn auch ausnahmslos der Fall ist. Die Schubstangen erhalten die für die Kleinhaltung der Kreuzkopfdrücke erforderliche Länge, und die Verbindung des Sattelstückes mit dem Kessel, sowie die zweckmäfsige Anordnung der Zylinder zwischen den beiden Laufachsen des Drehgestelles ist mit Sicherheit zu erreichen. Nachteilig ist nur, dafs die Triebachsen unter Umständen, namentlich bei grofsen Triebraddurchmessern, um die Pleuelstangen nicht ungebührlich lang zu machen und damit

zu grofse hin- und hergehende Massen zu vermeiden, sehr nahe an das Drehgestell herangerückt werden müssen, wodurch das Mifsverhältnis der Lastverteilung zwischen der hintern Laufachse und den übrigen Achsen noch vermehrt wird.

Da aber, wo Innenzylinder zur Anwendung gelangen, also bei allen Vierzylinderlokomotiven, und wo wegen der erforderlichen Kröpfung der Achse die vordere Triebachse angetrieben werden mufs, bietet die Anordnung der Zylinder erhebliche Schwierigkeiten. Werden die Innenzylinder, wie es am zweckmäfsigsten ist, zwischen den beiden Laufachsen des Drehgestelles angeordnet, so werden in der Regel die Pleuelstangen so kurz, dafs die senkrechten Kreuzkopfdrücke grofs werden, wie die Schnellzuglokomotiven der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. der Bauart von Borries, der Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn der Bauart Vauclain und der von der Pennsylvania-Bahn angekauften französischen Lokomotive der Bauart de Glehn zeigen, wenn man nicht die Rauchkammer zwecks Verschiebung des Zylindersattelstückes nach vorn verlängern und das tote Gewicht unnütz erhöhen will, oder die Innenzylinder müssen bei genügender Länge aller Pleuelstangen so weit nach vorn über die Drehgestellmitte hinausgeschoben werden, dafs sie unmittelbar hinter die Bufferbohle zu liegen kommen und sowohl den Witterungseinflüssen, Schnee- und Eisablagerungen, als auch Zertrümmerung schon bei geringfügigen Zusammenstöfsen über Gebühr ausgesetzt sind, wie bei der Ausstellungslokomotive der New-York Central und Hudson-Flufs-Eisenbahn der Bauart Cole.

Unter den 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven nahmen wieder die Vierzylinder-Verbundlokomotiven einen Platz für sich ein, die wegen der grofsen Mannigfaltigkeit in der Bauart besonders hervorgehoben zu werden verdienen. Von den elf 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven waren fünf mit Vierzylinderdampfmaschinen ausgerüstet, die zwei grundsätzlich verschiedene Bauarten vertraten. Bei der einen arbeiten alle vier Zylinder auf eine Triebachse, bei der andern dagegen paarweise auf beide Triebachsen. Dementsprechend liegen die zusammengehörigen Hoch- und Niederdruckzylinder im ersteren Falle unmittelbar bei einander, während sie im letztern nach Möglichkeit um die Gröfse des Triebraddurchmessers von einander getrennt liegen, um gleiche Pleuelstangenlängen zu erzielen.

Die erste Bauart war insofern wieder durch zwei verschiedene Anordnungen vertreten, als die zusammengehörigen Hoch- und Niederdruckzylinder bei der einen Bauart über einander, bei der andern nebeneinander zu liegen kamen.

Die erstere Bauart hat zur Folge, dafs alle Zylinder aufserhalb des Rahmens liegen, die Triebwerke somit gut zugänglich sind, und dafs die Dampfmaschine auf die zweite Triebachse wirken kann, was bei den 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven auch ausnahmslos der Fall ist, die Pleuelstangen somit die erforderliche Länge erhalten können, um die senkrechten Kreuzkopfdrücke klein zu halten. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dafs beide Kolbenstangen einer Lokomotivseite an einem gemeinsamen Kreuzkopfe angreifen und daher auch nur zwei Triebwerke vorhanden sind. Da ferner je zwei zusammengehörige Zylinder durch einen gemeinsamen Schieber gesteuert werden, so zeichnet sich diese Vierzylinderbauart durch grofse Einfachheit aus, und unterscheidet sich hinsichtlich des Triebwerkes und der Steuerung in keiner Weise von der gewöhnlichen Zweizylinderanordnung. Ein grofser Übelstand liegt jedoch darin, dafs beide Dampfkolben einer Lokomotivseite stets in gleicher Richtung wirken, die Kräfte sich also vergröfsern und die grofsen hin- und hergehenden Triebwerksmassen nur durch entsprechend grofse Gegengewichte in den Triebrädern ausgeglichen werden können, die ihrerseits wieder bei hoher Geschwindigkeit starke überschüssige Fliehkräfte in senkrechter Richtung mit ihrem ungünstigen Einflusse auf den Oberbau zur Folge haben. Während nun die Summe der Kolbenkräfte einer Lokomotivseite an und für sich nicht gröfser zu sein braucht, als bei nur einem Zwillingszylinder gleicher Leistung, so ist das Gewicht der hin und her gehenden Teile doch erheblich gröfser, da wegen der wechselnden Kolbendrücke sowohl während eines Hubes, als auch bei Änderung der Füllung, namentlich bei Zwillingswirkung während des Anfahrens, starke Drehmomente am Kreuzkopfe entstehen, und aus diesem Grund die Kolbenstangen und der Kreuzkopf sehr kräftig ausgeführt werden müssen. Die an und für sich einfache Anordnung steht also hinsichtlich der Wirkungsweise der freien Triebwerksmassen ungünstiger da als die Zweizylindermaschine und bleibt ganz wesentlich hinter den Vierzylinderbauarten mit ausgeglichenen Triebwerken zurück. Ihrer Verwendung für hohe Geschwindigkeiten stehen aus den angeführten Gründen erhebliche Bedenken entgegen.

Diese dem Oberingenieur S. Vauclain von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia schon 1889 patentierte und für die Baltimore und Ohio-Eisenbahn erstmalig ausgeführte Bauart war durch die 2/5 gekuppelte Schnellzuglokomotive für die Chicago, Burlington und Quincy-Eisenbahn auf der Ausstellung vertreten.

Eine andere Anordnung, bei welcher ebenfalls alle vier Zylinder auf eine Achse wirken, war durch zwei Lokomotiven vertreten und zwar durch die 2/5 gekuppelte Schnellzug-Lokomotive der Baldwin-Lokomotiv-Werke für die Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn mit Bauart Vauclain und durch die 2/5 gekuppelte Schnellzug-Lokomotive der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. für die preufsischen Staatsbahnen mit Bauart von Borries.

Bei dieser Bauart liegen alle vier Zylinder nebeneinander in einer wagerechten Ebene und zwar die beiden Hochdruckzylinder innen, die beiden Niederdruckzylinder aufsen. Als Folge der Innenlage der Zylinder ergeben sich bei dieser Anordnung Antrieb der vordern Triebachse, die eine gekröpfte Welle erhalten mufs, und demgemäfs sehr kurze Pleuelstangen mit grofsen senkrechten Kreuzkopfdrücken, anderseits aber vier getrennte Triebwerke und damit die Möglichkeit des Ausgleiches der hin- und hergehenden Triebwerksmassen untereinander, ohne Anwendung von Gegengewichten, lediglich durch Versetzen der Kurbeln einer Lokomotivseite um 180°. Dem steht aber wieder als Nachteil die gekröpfte Triebachswelle, deren Herstellung bei uns keine Schwierigkeiten mehr macht, wohl aber in den Vereinigten Staaten, vor allem aber die

schlechte Zugänglichkeit der innenliegenden Triebwerksteile entgegen.

Verschiedenheiten weisen die Anordnungen der beiden genannten Lokomotiven hinsichtlich der Steuerungsteile auf. Die Lokomotive der Baldwin-Lokomotiv-Werke steuert die beiden Dampfzylinder einer Lokomotivseite durch einen gemeinsamen Rundschieber, so dafs im ganzen nur zwei allerdings gröfstenteils innen liegende und demzufolge schlecht zugängliche Steuerungsantriebe vorhanden sind. Die Lokomotive der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. besitzt dagegen für jeden Zylinder einen besondern Schieber, von denen aber je die beiden zu derselben Lokomotivseite gehörigen durch eine gemeinsame, ebenfalls innerhalb des Rahmens liegende Steuerung angetrieben werden.

Die andere Bauart, bei welcher je zwei Zylinder paarweise auf beide Triebachsen getrennt arbeiten, war auf der Ausstellung ebenfalls durch zwei Lokomotiven vertreten, nämlich durch die von der Pennsylvania-Eisenbahn angekaufte 2/5 gekuppelte Schnellzuglokomotive der Société Alsacienne de Constructions méchaniques mit Bauart de Glehn, und durch die 2/5 gekuppelte Schnellzuglokomotive der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft, Schenectady Werke, für die New-York Central und Hudson-Flufs-Eisenbahn mit Bauart Cole.

Beide Bauarten unterscheiden sich wieder untereinander hinsichtlich der Anordnung der Zylinder, der Triebwerke und des Steuerungsantriebes.

Bei der französischen Lokomotive liegen die Niederdruckzylinder innerhalb des Rahmens zwischen den Laufachsen des Drehgestelles und arbeiten auf die vordere Triebachse, deren Welle daher gekröpft ist, während die Hochdruckzylinder aufserhalb des Rahmens zwischen der hintern Drehgestellachse und der vordern Triebachse liegen, und auf die hintere Triebachse arbeiten. Auch hier sind die kurzen Pleuelstangen der Hochdruckzylinder nicht zu umgehen. Jeder Zylinder besitzt seinen eigenen Schieber, daher sind auch vier Steuerungsantriebe vorhanden, von denen die beiden innern nebst den zugehörigen Triebwerken sehr schlecht zugänglich sind.

Bei der Schnellzugslokomotive der New-York Central und Hudson-Flufs-Eisenbahn liegen die Hochdruckzylinder innerhalb des Rahmens und zwar vor der vordern Laufachse des Drehgestelles und arbeiten auf die erste Triebachse, während die Niederdruckzylinder aufserhalb des Rahmens und zwar zwischen den beiden Drehgestellachsen liegen und auf die zweite Triebachse arbeiten. Auf die Vor- und Nachteile dieser Zylinderanordnung ist oben schon hingewiesen worden. Jeder Zylinder wird zwar durch einen besondern Schieber angetrieben, die eigentümliche Lage der Zylinder zu einander und der Schiebergehäuse über und zwischen den Zylindern bringt es mit sich, dafs die beiden Schieber einer Lokomotivseite genau hintereinander mit gemeinschaftlicher Längsachse angeordnet und demgemäfs durch eine einzige Steuerung angetrieben werden können. Der Steuerantrieb wird dadurch nicht unwesentlich vereinfacht. Auf die Vor- und Nachteile der Ausführung wird gelegentlich der Einzelbeschreibungen der Lokomotiven noch besonders hingewiesen werden.

Die verbleibenden sechs Schnellzuglokomotiven besafsen drei Triebachsen und unterschieden sich je nach der Zahl der erforderlichen Laufachsen in 3/5 und 3/6 gekuppelte Schnellzuglokomotiven. Jede dieser beiden Gattungen war durch drei Lokomotiven vertreten.

Während die 3/5 gekuppelten Lokomotiven dazu bestimmt sind, Schnellzüge nur vorübergehend auf kürzeren Strecken über Steigungen hinwegzubringen, worauf schon die im Verhältnisse zum Reibungsgewichte kleine Kesselheizfläche schliefsen läfst, dienen die 3/6 gekuppelten Lokomotiven ausschliefslich dem schweren Schnellzugbetriebe in durchgängig hügeligem Gelände und besitzen daher grofses Reibungsgewicht und namentlich unter Berücksichtigung der kleineren Triebraddurchmesser grofse Kesselheizflächen. Die Durchmesser der Triebachsen sind der besonderen Verwendung dieser Lokomotiven entsprechend kleiner, als diejenigen der 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven, von der 3/5 gekuppelten »Prairie«-Form der Lake Shore und Michigan Süd-Eisenbahn abgesehen, deren eigenartige Bauart später besprochen wird. Wegen der Verteilung des Reibungsgewichtes auf drei Triebachsen ist das Triebachsgewicht bei diesen beiden Gattungen erheblich kleiner, als bei den 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven.

A. a) 2/5 gekuppelte Schnellzuglokomotiven.

a. a. Lokomotiven mit Zwillingsmaschinen.

Nr. 1. Lokomotive Nr. 554 der Chicago und Alton-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia, Pa. (Abb. 1, Taf. LV).

Diese Lokomotive befördert die zwischen Chicago und St. Louis mit einer Grundgeschwindigkeit von 90 km/St. verkehrenden Exprefszüge dieser Gesellschaft, welche aus 6 bis 8 vierachsigen oder sechsachsigen Wagen bestehen.

Der Kessel zeigt die in den Vereinigten Staaten bei den neueren Schnellzuglokomotiven sich mehr und mehr einbürgernde Form mit breiter Feuerkiste und zylindrischem Langkessel mit fernrohrartig in einander geschobenen, nach der Rauchkammer hin sich verjüngenden Schüssen. Neu ist die Ausführung der Längsnietungen für den Langkessel, deren Innenlaschen zur Erhöhung der Festigkeit der Nietverbindung Dreiecksform mit verjüngter Nietung besitzen. Nur die äufseren Laschen werden verstemmt. Die Heizrohre weisen die in den Vereinigten Staaten bei 50,7 mm Durchmesser allgemein übliche Länge auf, in diesem Fall 4880 mm.

Der Rahmen zeigt die seit der Entstehung des amerikanischen Lokomotivbaues übliche Form, unterscheidet sich aber in der Herstellungsweise insofern, als er nicht geschmiedet, sondern aus Stahl gegossen ist. Diese Rahmen haben vor den geschmiedeten den unbedingten Vorzug, dafs sie billiger sind; sie weisen, soweit sich bis jetzt urteilen läfst, nicht mehr Brüche auf, als die geschmiedeten. Die Vorteile der Barrenrahmen gegenüber den Plattenrahmen hinsichtlich ihrer geringern Bauhöhe, insbesondere über den Achslagerausschnitten, sind ebenso bekannt, wie die Nachteile mit Rücksicht auf die mangelhafte Quer- und Eckversteifung.

Die Gestaltung des Sattelstückes nebst Zylindern und Schiebegehäusen zeigt nichts Neues. Die Zylinder werden durch

Kolbenschieber gesteuert. Erwähnt sei bei dieser Gelegenheit, dafs etwa die Hälfte aller Ausstellungslokomotiven mit Kolbenschiebern ausgerüstet ist, ferner, dafs infolge einer Reihe von Schwierigkeiten im Betriebe von einer grofsen Zahl der Eisenbahngesellschaften den Flachschiebern auch bei sehr hohen Dampfspannungen noch immer der Vorzug gegeben wird. Bemerkenswert ist endlich noch die Anordnung eines besondern Hohlraumes zwischen den Wänden der Dampfein- und Ausström-Kanäle im Zylindergufsstücke zur Verminderung der Abkühlungsverluste in den Eintrittskanälen durch den Abdampf.

Die Lokomotive ist am vordern Ende der Rauchkammer über der Tür mit einem elektrischen Scheinwerfer versehen, der von einer kleinen, unmittelbar vor dem Führerhause auf der Feuerbüchse angeordneten Turbinen-Stromerzeuger der Pyle-National-Electric-Headlight-Gesellschaft in Chicago mit Strom versorgt wird.

Die Lokomotive ist mit einem Tender der Bauart Vanderbilt ausgerüstet, dessen Wasserkasten zwecks Verminderung des toten Gewichtes des Tenders zylindrische Form besitzt.

Tatsächlich gestaltet sich denn auch bei dieser Form das Verhältnis des toten Gewichtes zum Nutzgewichte aufserordentlich günstig. Während dasselbe bei den amerikanischen Tendern gewöhnlicher Bauart etwa 0,7, bei den besten Ausführungen unseres Festlandes über 0,8 beträgt, beläuft es sich bei diesem Vanderbilt-Tender auf 0,567. Da der Tender sich auch in jahrelangem Betriebe vollauf bewährt hat, dürfte sich ein Versuch auf unseren Bahnen wohl lohnen.

Nr. 2. Lokomotive Nr. 606 der Norfolk und West-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotive-Werken in Philadelphia, Pa. (Abb. 2, Taf. LV.)

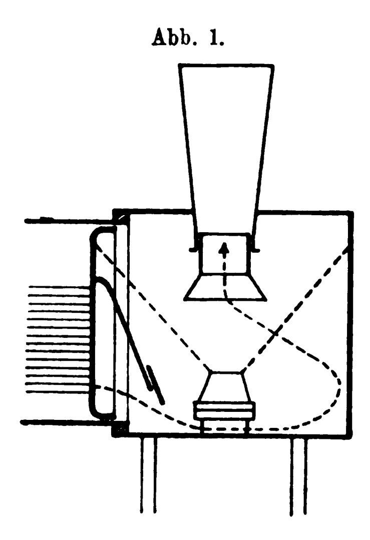
Diese Lokomotive zeigt etwas leichtere Gewichte, und daher auch kleinere Abmessungen als die Lokomotive Nr. 1.

Der Kessel gehört der in den Vereinigten Staaten früher fast ausnahmslos ausgeführten Bauart mit Kegelschufs, d. h. mitten am »extended magon top«. Die Kesselheizfläche ist im ganzen 24 qm gröfser als bei der Lokomotive Nr. 1 und zwar lediglich wegen der gröfsern mittelbaren Heizfläche. Die feuerberührte Heizfläche ist wegen der kleineren Rostfläche trotz aller aufgewendeten Mittel, wie starken Herunterziehens der Feuerbüchse und Rostfläche vor der hintern Laufachse und starken Vorziehens der hintern Rohrwand kleiner, als bei der Lokomotive Nr. 1.

Die Rauchkammer weist die den amerikanischen Lokomotiven eigentümliche Anordnung einer Lenkplatte auf, die schräg vor den Heizrohren liegt, Textabb. 1, und der Funkenfängernetze, die einen freien Querschnitt von mindestens derselben Gröfse, wie der freie Durchgangsquerschnitt der Heizrohre, besitzen. Durch die Lenkplatte wird ein gleichmäfsigerer Durchzug der Heizgase durch die Heizrohre, namentlich die unteren, daher erhöhte Dampfentwickelung, geringeres Überreifsen von Lösche nach der Rauchkammer und geringeres Verschlacken des Feuers namentlich vorn unter dem Feuerschirme erreicht. Durch die Ablenkplatte wird ferner das Ablagern von Lösche vor den unteren Heizrohren und damit eine Verminderung der Dampfentwickelung vermieden.

Die Ablenkung der durchgerissenen Flugasche durch die Lenkplatte an der Rauchkammertür, das wiederholte Gegen-

Abb. 1.



schleudern der durch die Funkensiebe zurückgehaltenen und unmittelbar hinter der Rauchkammer niedergelagerten Löschstücke durch den in der Richtung des Pfeiles durchtretenden Strom der Heizgase hat zur Folge, dafs einmal die nach wiederholtem Anprallen gegen die Funkenfängersiebe endlich nach dem Schornsteine durchtretenden Löschstücke so zerkleinert sind, dafs sie, wenn sie noch glühen, sofort durch den Dampfstrom ausgelöscht werden, und dafs anderseits eine sehr geringe Löschmenge in der Rauchkammer selbst zurückbleibt. Aus diesem Grunde hat die Länge der Rauchkammer in den Vereinigten Staaten in den letzten Jahren wieder erheblich abgenommen und ist im Verhältnisse zur Kessellänge namentlich bei den 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven, aber auch bei einer grofsen Reihe der 4/5 gekuppelten Güterzuglokomotiven, sogar kleiner, als die der entsprechenden Gattungen unserer Lokomotiven. Auch die bei uns häufig aufgestellte Behauptung, dafs der Widerstand, also der Gegendruck durch die Lenkplatten erhöht werde, ist unrichtig, denn der Widerstand der Heizgase ist bei der eigenartigen Führung des Heizgasstromes und der sehr grofsen freien Oberfläche des Funkenfängernetzes rechtwinkelig zu dieser Richtung nicht unwesentlich geringer, als bei uns. Die bei den amerikanischen Lokomotiven übliche grofse Luftverdünnung in der Rauchkammer hängt mit dem Heizstoffe, also mit der Gröfse und Gestaltung der Rostfläche, der Stellung und Form des Blasrohres auf das innigste zusammen.

Der Rahmen ist aus vierkantigen Barrenstücken zusammengeschmiedet und unterhalb der Feuerbüchse stark nach abwärts gezogen, um der Feuerkiste die erforderliche Tiefe zu geben. Der Vorteil der geringen Bauhöhe des Barrenrahmens über den Achslagerausschnitten kommt für diesen Zweck besonders günstig zur Geltung.

Nr. 3. Lokomotive Nr. 200 der Terre Haute und Indianapolis-Eisenbahn, erbaut von den Schenectady-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. (Abb. 3, Taf. LV.)

Diese Lokomotive ist in jeder Hinsicht leistungsfähiger, als die Nr. 1 und 2. Der Kessel ist nicht länger, hat aber gröſsern Durchmesser, also bei gröſserer Zahl der Heizrohre eine gröſsere wasserberührte Heizfläche. Die Belastung der Triebachsen ist bei dem schwerern Kessel ebenfalls höher; um das vermehrte Reibungsgewicht auszunutzen, sind auch die Zylinderinhalte, also die Zugkräfte vergröſsert.

Die Feuerbüchse ist bei entsprechender Verkürzung der Länge erheblich breiter, als bei Nr. 1 und 2. Um ihr die genügende seitliche Unterstützung auf dem Rahmen zu geben, ohne die Stützen zu stark auskragen zu müssen, ist der Barrenrahmen hinter dem zweiten Triebachslager als doppelter Plattenrahmen ausgebildet, dessen Platten die Räder der hintern Laufachse zwischen sich aufnehmen.

Im übrigen entspricht die Lokomotive in ihrer allgemeinen Anordnung vollständig der von demselben Werke erbauten 2/5 gekuppelten Vierzylinder-Verbundschnellzuglokomotive der Bauart Cole, wenn man von der Zahl der Zylinder, der Kesselheizfläche und dem Kesseldrucke absieht.

Die hintere Laufachse ist wie bei Nr. 1 und 2 fest im Rahmen gelagert. Erst bei Achsständen über 9 m findet man bei der »American«-Form die hintere Laufachse in Bogen einstellbar angeordnet.

Die Achsen werden nur einseitig gebremst, was übrigens für alle amerikanischen Lokomotiven zutrifft. Während aber bei den Lokomotiven Nr. 1 und 2 alle fünf Achsen gebremst werden, sind bei dieser nur die beiden Triebachsen und die hintere Laufachse einseitig mit Bremsklötzen ausgerüstet. Die Bremsfähigkeit ist also gering.

Nr. 4. Lokomotive Nr. 1462 der Baltimore und Ohio-Eisenbahn, erbaut von den Schenectady-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft.

Diese Lokomotive ist unter den ausgestellten »Atlantic«-Formen mit Zwillingswirkung hinsichtlich der Dampfmaschinenleistung die gröſste. Da aber der Kessel erheblich kleiner ist, als bei Nr. 2 und 3, so ergibt sich daraus auch eine gröſsere Anstrengung des Kessels. Anderseits muſs berücksichtigt werden, daſs die feuerberührte Heizfläche wegen der groſsen Rostfläche von 5,169 qm, der gröſsten unter allen ausgestellten Personen- und Schnellzug-Lokomotiven, gröſser ist, als bei den Lokomotiven Nr. 1, 2 und 3, und daſs demnach das Verhältnis der feuerberührten zur mittelbaren Heizfläche bei dieser Lokomotive erheblich günstiger ist, als bei jenen.

Die Feuerbüchse ist nach Belpaire ausgeführt.

Wegen des groſsen Achsstandes von 9391 mm ist die hintere Laufachse seitlich verschiebbar und zwar zwangläufig rückstellbar in ähnlicher Weise eingerichtet, wie die Adams-Achse der 2/4 gekuppelten Tenderlokomotiven der preuſsischen Staatsbahnen mit vorderer und hinterer Laufachse.

Nr. 5. Lokomotive Nr. 373 der Cleveland, Cincinnati, Chicago und St. Louis-Eisenbahn, Big Four-Bahn, erbaut von den Brooks-Werken in Dunkirk der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. (Abb. 4, Taf. LV.)

Die Lokomotive bietet in ihren Hauptabmessungen und der Ausführung der Einzelheiten wenig Bemerkenswertes. Bedenklich erscheint die groſse Zahl der Heizrohre von 328, bei einem verhältnismäſsig kleinen Durchmesser, ähnlich wie bei der Lokomotive Nr. 2 der Norfolk und West-Eisenbahn, die eine Stegstärke von nur 15,9 mm zwischen zwei Rohren ergeben. Durch diese enge Teilung wird das Aufsteigen der Dampfblasen erschwert, der Wasserumlauf verschlechtert. Es wird also nicht nur der durch Vergröſserung der Heizfläche erstrebte Vorteil nicht erreicht, sondern die Heizohre werden durch gelegentliche starke Erhitzung in den Rohrwänden undicht und verursachen Rohrlecken auf Strecken mit schlechtem Wasser.

Daſs die Ursachen dieser Übelstände von einer Reihe amerikanischer Eisenbahngesellschaften in der zu engen Stellung der Heizrohre richtig erkannt sind, beweisen die neuen Lokomotiven der »Pacific«-Form 4—6—2 der Denver und Rio Grande-Eisenbahn, die bei gleichem Kesseldurchmesser und gleicher Länge des Langkessels zwischen den Rohrwänden, wie bei den älteren Lieferungen, 245 Heizrohre besitzen. Die Stegweite wächst dadurch von 15,9 auf 22,2 mm.

Beachtenswert ist ferner das Verhältnis des Kohlen- zum Wasser-Vorrate. Während dieses bis vor wenigen Jahren durchschnittlich 1 : 2 betrug, und zwar mit Rücksicht darauf, daſs das Wasser, namentlich in den östlichen Staaten, während der Fahrt mittels der Ramsbottomschen Schöpfvorrichtung genommen wurde, findet man in jüngster Zeit, wie auch bei uns, vielfach ein Verhältnis von 1 : 3. Der Grund liegt in erster Linie, wie auch die Eisenbahngesellschaften angeben, darin, daſs die Geschwindigkeiten zum Schöpfen sehr stark herabgemindert werden müssen, wodurch viel Zeit verloren wird. Trotzdem wird selbst bei kleinen Geschwindigkeiten von 30 bis 40 km/St. noch eine beträchtliche Menge des in den Behältern aufgespeicherten Wassers beim Schöpfen nutzlos vergeudet. Dieser Umstand spielt aber namentlich da, wo das Wasser künstlich gereinigt werden muſs, wegen der vermehrten Unkosten eine erhebliche Rolle. Dazu kommt die teure Heizung im Winter, die trotzdem bei der häufig eintretenden strengen Kälte, Einfrieren des Wassers nicht verhindern kann. Schwere Beschädigungen der Schöpftrichter sind in diesem Falle häufig genug beobachtet.

Nr. 6. Lokomotive Nr. 1005 der Illinois Central-Eisenbahn, erbaut von den Rogers-Lokomotiv-Werken in Paterson, New-Jersey. (Abb. 5, Taf. LV.)

Leistung und Hauptabmessungen nähern sich denen der Lokomotive Nr. 5, wenn auch Kessel und Rostfläche etwas gröſser sind.

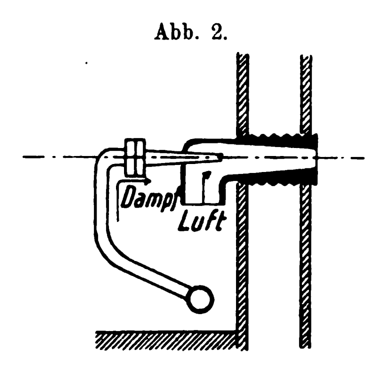
Die Feuerbüchse hat wegen ihrer beträchtlichen Länge und der dadurch bedingten starken Ausdehnung in der Nähe der vordern Rohrwand »expansion« Stehbolzen erhalten, die an ihrem äuſsern Ende mit einem kugelförmigen Kopfe versehen sind*), der sich in einer entsprechenden, in das äuſsere Mantelblech kegelförmig eingeschraubten Kugellagerbüchse frei be-

*) Organ 1900, S. 52, 1905, S. 64.

wegen kann. Diese »beweglichen« Stehbolzen verfehlen ihren Zweck aber deshalb vollständig, weil die kugelförmigen Köpfe nebst den zylindrischen Ansätzen schon nach kurzer Zeit unter dem Einflusse der Kesselsteinablagerung in der Hülse festsitzen und ihre Nachgiebigkeit verlieren. Sie unterscheiden sich von dem gewöhnlichen Stehbolzen in diesem Falle nur noch dadurch, daſs sie erheblich teurer sind, als jene.

Die Feuerbüchse ist mit einer Rauchverbrennungseinrichtung ausgerüstet, die aus sechs dicht über dem Fuſsboden des Führerhauses nebeneinander angebrachten Düsen besteht. In diese rechtwinkelig gebogenen Düsen (Textabb. 2) wird Dampf

Abb. 2.



eingeblasen, der durch die senkrechte Öffnung von unten Luft einsaugt, sodaſs in die Feuerkiste ein Gemisch von Dampf und Luft eintritt. Die gemeinsame Dampfzuströmung für alle sechs Düsen kann vom Heizer durch ein Ventil geregelt werden.

Die Unterbringung der Vorrichtungen im Führerstande unterscheidet sich von der bei uns üblichen wesentlich und erfolgt unter dem Gesichtspunkte, daſs der Heizer ausschlieſslich für die Bedienung der Feuerung vorhanden ist und keine Zeit findet, sich um die Bedienung der übrigen und namentlich solcher Vorrichtungen zu kümmern, die eine in Pausen regelmäſsig wiederkehrende Ingangsetzung und Abstellung erfordern. Auf der Heizerseite ist daher nur der Kesseldruckmesser, der Hebel für den Hilfsbläser und das Dampfventil für die Rauchverminderungsvorrichtung angebracht, auſserdem vier Hebel für den Schüttelrost, davon je zwei zum Aufbrechen des Feuers und je zwei zum Entleeren der Schlacke in den Aschkasten bei senkrechter Stellung der Roststäbe.

Auf der Führerseite befinden sich die beiden Strahlpumpen, von denen die eine innerhalb, die andere auſserhalb des Führerhauses angebracht ist, der Reglerhebel, der Steuerhebel, die selbsttätige Schmiervorrichtung, die Luftdruckbremse, die Pfeife, das Anlaſsventil für den Preſsluftsandstreuer, das Ventil für die durch Preſsluft betätigte Warnglocke und das Ventil für die Dampfheizung.

Von den Strahlpumpen ist während der Fahrt immer eine im Betrieb.

Die Führerhäuser sind meist sehr geräumig, dagegen ist die Aussicht auf die Strecke nicht selten durch den groſsen Kesseldurchmesser und die meist weit vorspringenden Ausrüstungsteile stark beeinträchtigt.

(Fortsetzung folgt.)

Grundwasser-Enteisenung zur Wasserversorgung von Bahnhofsanlagen.

Von **G. Oesten**, Ingenieur in Berlin.

Hierzu Zeichnung Abb. 1 auf Tafel LVIII.

Die erste Grundwasser-Enteisenungsanlage für die Wasserversorgung eines Bahnhofes war wohl die auf Veranlassung des Regierungs- und Baurates Stuertz im Auftrage des damaligen Betriebsamtes Berlin-Schneidemühl 1894 in Kreuz an der Ostbahn von mir ausgeführte, eine der ersten Enteisenungsanlagen überhaupt.*) Sie ist in der Weise angeordnet, daſs die Lüftung des Wassers mittels Regenfalles über dem im Dachgeschosse des Wasserturmes aufgestellten Filterbehälter stattfindet und das enteisente Wasser nach Filterung in die in dem darunter belegenen Stockwerke befindlichen Reinwasserbehälter abflieſst. Diese Anlage war ursprünglich für 6 cbm/St. bemessen und ist 1900 auf 15 cbm/St. erweitert worden. Der Eisengehalt des Wassers beträgt 5 mg/l Oxydul, ist also ein hoher.

Andere kleine Enteisenungsanlagen für Bahnhöfe folgten in Gottersfeld 1896, Konojad 1898, für besonders schwierig zu behandelndes Wasser in Leba 1903.

Eine neuere und vervollkommte Anordnung der für eine stets betriebsichere Enteisenung erforderlichen Teile, nämlich die Einrichtung zur Durchlüftung des Wassers, des Wasserraumes zur Bildung des unlöslichen Niederschlages von Eisenoxydhydrat aus dem im Grundwasser gelösten Oxydule und des Filters zur Zurückhaltung der entstandenen Eisenflocken ist im Auftrage der Eisenbahn-Direktion Danzig in den Wassertürmen der Stationen Neustettin und Dirschau zur Ausführung gekommen.

Diese Einrichtung*) ist in Abb. 1, Taf. LVIII veranschaulicht. Sie bietet bemerkenswerte Vorzüge vor allen bisher angewendeten Enteisenungsanlagen.

In dem Trinkwasserturme in Dirschau wird das mittels einer Mammutpumpe aus einer Tiefbohrung gewonnene Grundwasser durch das Steigerohr in die über dem Turmbehälter befindliche Lüftungseinrichtung gefördert. Diese besteht aus einem in das Dach aufgehängten ringförmigen Brausenrohre, welches mit acht Regenbrausen versehen ist. Aus den Brausen fällt das Wasser als Regen zerteilt auf den Wasserspiegel des Turmbehälters. Bei dem Falle lösen sich die einzelnen feinen Wasserstrahlen in Tropfen auf, welche bei dem Aufschlagen auf die ruhende Wasserfläche zerspritzen. Durch diese innige

* Organ 1895, S. 158.

*) D. R. G. M.

Mischung des Wassers mit Luft sättigt sich das Wasser mit Sauerstoff. In dem Turmbehälter selbst geht die Oxydierung des Eisens vor sich. Die Zeit, während welcher das geförderte und durchlüftete Wasser in dem Hochbehälter verweilt, dient zur Ausbildung der Eisenflocken, sodafs, wenn das Wasser aus dem Hochbehälter durch die in der Falleitung angeordneten vier geschlossenen Kiesfilter zum Verbrauche abfliefst, eine leichte und sichere Filterung stattfindet. Die Leistung der Anlage beträgt 30 cbm/St. Reinwasser. Hierzu sind drei Filter erforderlich, das vierte steht in Bereitschaft.

Wenn die Filter durch Ablagerung von Eisenschlamm zu sehr verstopft sind, werden sie durch Rückspülung gereinigt und zwar jedes Filter durch das Reinwasser der andern. Ungereinigtes Wasser gelangt niemals unter, also hinter das Filter. Die Rückspülung wird durch einfache Schieberstellung betätigt. Hierbei wird der Filterkies durch ein im Filter eingeschlossenes Rechenwerk umgerührt. Die Rechen sind an einer lotrechten Welle befestigt, welche mittels Stopfbüchse durch den Deckel des Behälters geführt ist und während der Spülung von Hand gedreht wird. Ein Austragen des Filterkieses, der von besonderer gleichmäfsiger Körnung hergestellt ist, zum Zwecke seiner Waschung und seine Erneuerung finden nicht statt. Die Filter sind aufser ihrem Zu- und Ablaufrohre mit einer Schlammentleerung und einem Grundablasse versehen, welche in das Überlauf- und Entleerungsrohr des Hochbehälters einmünden.

Zur Bedienung der Regenbrausen ist ein umlaufender Arbeitsteg in das Dach des Turmes eingebaut.

Die Vorzüge dieser Anordnung der Wasserenteisenung sind aufser in der grofsen Einfachheit und Zugänglichkeit aller Teile, den geringen Anlage- und Betriebskosten bei vollkommenster Wirksamkeit gegenüber älteren Einrichtungen, wie beispielsweise den schwerfälligen Anlagen mit zweimaliger Hebung des Wassers, Rieselern, Sandfiltern, Sandwäsche und deren Baulichkeiten darin zu sehen, dafs die Filter nicht mit der Fördermenge, sondern nur mit der wesentlich geringern Verbrauchsmenge belastet sind; daher kann die Filterfläche kleiner gehalten sein als sonst. Hierzu kommt der Vorzug, dafs das Wasser in dem Augenblicke gereinigt wird, wo es in das Verteilungsrohrnetz eintritt, jede Möglichkeit seiner Verunreinigung nach der Filterung also ausgeschlossen ist, was von dem in offenen Behältern aufbewahrten gereinigten Wasser nicht behauptet werden kann.

Versuche zur Ermittelung zweckmäfsiger Lieferungsbedingungen für Stellwerks-Drahtseile.

Von **Gadow**, Eisenbahn-Bauinspektor zu Dortmund.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XLVIII.

(Schlufs von Seite 224.)

Bisher sind bei der Beschaffung von Stahldrahtseilen vielfach Lieferungsbedingungen üblich, welche für den zu verwendenden Draht eine Festigkeit von 100 kg/qmm vorschreiben und dabei besonderen Wert auf hohe Verdrehungsfähigkeit legen. Man geht dabei von der an sich richtigen Ansicht aus, dafs ein Drahtseil möglichst biegsam sein müsse, um sich leicht der Biegung über die Rollen anzupassen, und dafs deshalb die Biegsamkeit des Drahtes nicht durch eine zu hohe Festigkeitsvorschrift in Frage gestellt werden dürfe. Ein Trugschlufs ist es aber, wenn daraus gefolgert wird, dafs ein biegsames Seil lediglich durch Verwendung eines Drahtes von hoher Biegungsfestigkeit und Verdrehungsfähigkeit hergestellt werden könne. Es wird dabei übersehen, dafs der einzelne Draht im Seile schon durch die doppelte Schraubenform, in der er verläuft, eine sehr hohe Biegsamkeit erhält, die für alle praktischen Fälle, auch bei kleinen Rollendurchmessern ausreichen müfste, wenn diese Biegsamkeit nicht teilweise unwirksam gemacht würde durch das stets wechselnde Kräftespiel im Drahte und in der Litze und durch die zwischen den einzelnen Drähten auftretenden Reibungskräfte. Mit Sicherheit mufs angenommen werden, dafs jedes Seil im Betriebe daran zu Grunde geht, dafs Zug und Druck in den Drähten beständig wechseln und durch die fortwährend veränderten Kräfte diese Drähte gezwungen sind, gegen einander kleine Bewegungen auszuführen. Diesen Bewegungen wirkt aber die Reibung der Drähte aneinander entgegen.

Wo eine Faserstoffseele das Ausweichen der Drähte bis zu einem gewissen Grade gestattet, wird der Verschleifs weniger schnell eintreten, namentlich dann, wenn die Seele mit einem fettigen Stoffe durchtränkt ist, und so von innen heraus ein Schmieren der Drähte, also eine Verminderung der Reibung bewirkt.

Die angestellten Versuche haben die Richtigkeit dieser Behauptung erwiesen. Ein Vergleich zwischen der Haltbarkeit derselben Seile auf der Prüfungsvorrichtung bei 230 und 140 ^{mm} Rollendurchmesser zeigt, dafs die Seile bei Verwendung von kleinen Rollen viel schneller zu Grunde gehen, weil dabei eben die einzelnen Drähte gegeneinander gröfsere Bewegungen ausführen müssen, denen auch gröfsere Reibungskräfte entgegenwirken. Ebenso ergaben Versuche mit Probeseilen, welche aus demselben Seilringe geschnitten wurden, dafs ein vorher mehrere Tage in Öl gelegtes Seil fast dreimal so viel Doppelbiegungen auf der Prüfungsvorrichtung aushielt, als ein trocken geprüftes Seil. Die Untersuchung der Verzinkung von Drähten, welche nach dem Bruche auf der Prüfungseinrichtung von der Bruchstelle entnommen wurden, zeigte, dafs hier das Zink verschwunden war und der Draht schon bei einem ersten kurzen Eintauchen in eine Kupfervitriollösung von 20 $^0/_0$ einen roten Kupferüberzug zeigte, während Drähte aus demselben Seile an anderer Stelle, welche die Rolle nicht berührt hatte, entnommen, eine mehrmalige Eintauchung aushielten. Das Zink war also an der Bruchstelle abgerieben.

Es folgt hieraus, dafs man zur Steigerung der Haltbarkeit der Seile einen Stoff verwenden mufs, welcher der zerstörenden

Wirkung der Reibung einen tunlichst hohen Widerstand entgegensetzt, also von hoher Festigkeit und zugleich angemessener Biegungsfähigkeit. Beide Eigenschaften gleichzeitig besitzt nur bester Gufsstahl.

Diejenigen Drahtseile, welche die höchste Zahl von Doppelbiegungen auf der Prüfungsvorrichtung ausgehalten haben, besitzen nach den Zusammenstellungen eine Festigkeit von weit über 100 kg/qmm neben einer hohen Biegungsfähigkeit.

Es dürfte sich somit empfehlen, für die Lieferung von Stahldrahtseilen vorzuschreiben, dafs nur ein Draht verwendet werden darf, welcher wenigstens eine Festigkeit von 120 kg/qmm besitzt und 40 Biegungen um 180° über einen Halbmesser von 2,5 mm aushält. Damit wäre die Sicherheit gegeben, dafs nur bester Gufsstahl verarbeitet wird. Minderwertiger Draht kann die festgesetzte Festigkeit nur auf Kosten der Biegungsfähigkeit und die vorgeschriebene Biegung nur auf Kosten der Festigkeit erreichen.

Eine Bestimmung bezüglich der Verwindungsfähigkeit des Stahldrahtes kann nicht als zweckmäfsig erachtet werden; denn eine Vorschrift bestimmter Verdrehungszahlen veranlafst leicht das Werk, einen geringwertigen Stahl zu verwenden. Die Behandlung im Zinkbade beeinflufst unvermeidlich selbst den besten und zähesten Gufsstahl dahin, dafs er seine Verwindungsfähigkeit mehr oder weniger verliert. Man kann dem durch besondere Herstellung des unverzinkten Drahtes allerdings entgegenwirken, erreicht jedoch dabei neben hohen Verwindungszahlen eine Verringerung der sonstigen Güteeigenschaften des Drahtes.

Hohe Verwindungszahlen sind keine erstrebenswerte Eigenschaft für Seildraht, weil der Draht weder beim Verseilen, noch im fertigen Seile im Betriebe auf Verdrehen beansprucht wird. Diesem Umstande wird auch schon vielfach Rechnung getragen. Die Bergbehörden, welche für Förderseile den Zechen besondere Bedingungen vorschreiben, verzichten schon lange darauf, eine bestimmte Vorschrift für die Verwindbarkeit des Drahtes zu geben.

Hinsichtlich der zweckmäfsigsten Stärke der im Seile versponnenen Drähte, zeigen die Zusammenstellungen, dafs die besten Seile aus den dünnsten Drähten bestehen. Der Grund für diese Erscheinung liegt darin, dafs ein Seil an seinem äufseren Umfange auf Zug, an den auf der Rolle liegenden Innenseite aber auf Druck beansprucht wird. Dieser verschiedenen Beanspruchung mufs das Seil durch kleine Verschiebebewegungen der Drähte gegeneinander entsprechen. Besteht das Seil aus einer grofsen Anzahl sehr dünner Drähte, so fallen diese Bewegungen zwischen Nachbardrähten naturgemäfs kleiner aus, als bei wenigen und stärkeren Drähten, und das Seil wird sich elastischer den einwirkenden Kräften anpassen.

Von den geprüften Seilen zeigten diejenigen von 0,35 und 0,4 mm Drahtdurchmesser die gröfste Haltbarkeit, während Seile, welche aus stärkeren Drähten gesponnen waren, ungenügende Ergebnisse lieferten.

Ist somit, wie auch Hrabák nachgewiesen hat, ein möglichst kleiner Drahtdurchmesser erstrebenswert, so ist doch eine Grenze vorhanden, unter die nicht gegangen werden darf: Sehr geringe Drahtstärken lassen sich schwerer herstellen und fallen leichter ungleichmäfsig aus, und in jedem Drahte mufs ein gewisser tragender Querschnitt vorhanden sein, der nicht schon durch geringen Verschleifs und kurze Witterungseinflüsse so geschwächt werden darf, dafs die Haltbarkeit des Seiles dadurch in Frage gestellt wird.

Für die Drähte in Stellwerks-Drahtseilen mufs ein Durchmesser von 0,4 mm als der zweckmäfsigste bezeichnet werden. Da jedoch die genaue Herstellung solcher Drähte mit Schwierigkeiten verknüpft ist, so empfiehlt es sich, zwar durchaus gleichmäfsigen Draht zu verlangen, aber einen gewissen Spielraum nach oben und unten zu geben. Dem Vorteile der Abnehmer und Hersteller würde in gleicher Weise eine Vorschrift entsprechen, welche festsetzt, dafs nur Drähte versponnen werden dürfen, welche, einschliefslich Zinküberzug, nicht stärker als 0,43 mm und nicht schwächer als 0,37 mm sind.

Gegen die zerstörenden Einflüsse der Witterung müssen die Drahtseile gegen Rostbildung geschützt werden. Der tragende Querschnitt der einzelnen Drähte, aus denen ein Seil besteht, ist an sich schon gering, die der Oxydation ausgesetzte Oberfläche aber verhältnismäfsig grofs. Um so mehr müssen die Drähte gegen jede Schwächung möglichst gesichert werden. Dies geschieht ausnahmslos durch Verzinkung. Zink ist der Oxydation an der Luft weit weniger unterworfen, als Stahl, und besitzt von allen für den vorliegenden Zweck in Frage kommenden Metallen die gröfste Härte.

Der Zinküberzug der Drähte in Stahldrahtseilen soll so stark sein, dafs die Oxydation des Stahles innerhalb der natürlichen Lebensdauer des Seiles verhindert wird, er darf aber auch nicht zu stark sein, weil sonst ein Abblättern des Zinkes durch die Biegungen im Betriebe eintreten kann und der Draht dann nicht nur blofsgelegt wird, sondern auch durch die rissige Oberfläche eine Vermehrung der Reibung zwischen benachbarten Drähten eintritt.

Von besonderer Wichtigkeit ist es, dafs der Zink auf den Drähten nicht allein oberflächlich haftet, sondern mit dem Stahlkerne fest verbunden ist. Dies wird durch die »Sandverzinkung« erreicht, die darin besteht, dafs die Drähte bis zu schwacher Rotglühhitze erwärmt, dann durch eine Lösung von Zink in verdünnter Salzsäure geführt werden, um eine metallisch reine Oberfläche zu schaffen und nun durch ein Bad geschmolzenen Zinks laufen. Die Drähte überziehen sich hierbei mit einer starken Zinkschicht, wobei das Zink gewissermafsen durch Lösung fest mit dem Stahlkerne verbunden wird. Sobald die Drähte aus dem Zinkbade heraustreten, werden sie durch eine Sandschicht gezogen, wodurch das überflüssige, noch nicht erstarrte Zink abgestreift wird. Man hat es dabei in der Hand, durch richtige Bemessung der Geschwindigkeit im Zinkbade und durch gröfsere oder geringere Entfernung der Sandschicht von diesem die Stärke des Zinküberzuges zu regeln.

Stahldrahtseile für Stellwerkszwecke erhalten zweckmäfsig einen Zinküberzug von nicht unter 0,01 mm Stärke, der so fest auf dem Stahlkerne haften mufs, dafs ein Draht auf einen Dorn von seinem zehnfachen Durchmesser in dicht aufeinander liegenden Windungen gewickelt werden kann, ohne abzublättern. Ein so verzinkter Draht verträgt zweimaliges Eintauchen von

je einer Minute Dauer in eine Kupfervitriollösung von 20 %, ohne einen zusammenhängenden roten Kupferüberzug zu zeigen.

Als Kern der Drahtseile werden jetzt an Stelle des früher üblichen Kerndrahtes ausschliefslich Hanfseelen verwendet. Die Seelen aus Stahldraht haben sich durchaus nicht bewährt, und ihre Verwendung ist nach Professor Hrabák auch theoretisch falsch. Drahtseelen machen die Seile schwerer und teuerer, weniger biegsam, unzuverlässig und wenig dauerhaft. Die Seele im Seile hat aber nicht nur den Zweck, den Kern auszufüllen, sondern auch als elastische, nichttragende Unterlage den Litzen die Möglichkeit zu geben, den auf sie einwirkenden Kräften bis zu gewissem Grade auszuweichen und so die zerstörende Feilwirkung der Drähte aneinander zu mildern. Deshalb mufs die Seele so stark sein, dafs jede Litze der für Stellwerke verwendeten zweimal geflochtenen Seile auf ihr aufliegt. Nötig ist dabei, dafs die Fasern in der Seele so fest versponnen sind, dafs einzelne Litzen nicht aus ihrem Verbande gerissen und in die Seele hineingedrückt werden können. Der zweckmäfsigste Durchmesser der Faserstoffseele hängt somit von der Stärke des Seiles und seiner Schlaglänge ab. So wenig es aber angebracht erscheinen kann, dem Fabrikanten eine bestimmte Schlaglänge für Litzen und Seil vorzuschreiben, so wenig empfiehlt es sich vorläufig, über Abmessung und Bildung der Faserstoffseele Bestimmungen zu treffen. Für den Abnehmer genügt es, wenn in den Lieferungsbedingungen verlangt wird, dafs jedes Seil eine Hanfseele erhält. Manillahanf ist dabei jedoch ausgeschlossen, weil er so grobfaserig ist, dafs er sich nicht zu feinen Fäden verspinnen läfst. Die Seele soll mit einem säurefreien, Fäulnis hindernden, das Aufsaugen von Feuchtigkeit verhindernden Stoffe getränkt sein. Der Tränkungsstoff wird durch den starken Druck, welcher bei der Bewegung der Seile über Rollen auf die Faserstoffseele ausgeübt wird, zum Teil in die Litzen hineingeprefst, er soll so die Drähte schmieren. Allgemein wird diesen Anforderungen von den gröfseren Seilwerken schon entsprochen, indem sie zur Tränkung der Seele Teeröl verwenden. Es sei hierbei bemerkt, dafs nicht alle Fette, welche diesen Bedingungen an sich entsprechen würden, verwendbar sind, weil gewisse Öle, wie Knochenöl, die Eigenschaft besitzen, die Hanffaser zu zerstören. Für die Faserstoffseele der Stellwerks-Drahtseile dürften zweckmäfsig folgende Bedingungen zu stellen sein:

1. Eine Faserstoffseele mufs vorhanden sein, auf der alle Litzen aufliegen.
2. Die Seele darf auch unter ungünstigen Verhältnissen nicht früher zu Grunde gehen, als das Seil.
3. Die Seele darf keine Feuchtigkeit ansaugen oder irgend welche Säure enthalten, weil sonst ein Rosten der Seile von innen heraus eintritt.
4. Der Stoff, mit welcher die Fasern getränkt werden, mufs die Drähte schmieren.

Für die Art des Verspinnens der Drähte in der Litze und der Litzen im Seile kann nur der »Kreuzschlag« in Frage kommen, bei dem die Schlagrichtung von Litzen und Seil entgegengesetzt ist, damit die beiden Bestrebungen zum Aufdrehen sich entgegenwirken. Der Einheitlichkeit wegen ist vorzuschreiben, dafs das Seil mit Rechtsgewinde geschlagen sein mufs.

Die Zusammenstellungen der Versuchsergebnisse zeigen, dafs von den geprüften Seilen die mit 5 mm Durchmesser am schlechtesten gehalten haben. Kein einziges der Seile dieser Art hat berechtigten Ansprüchen entsprochen. Am besten war das unter Nr. 10 in IIa aufgeführte mit 36654 Doppelbiegungen über 230 mm Rollen; aber auch dieses bleibt hinter Seilen von 6, 4, 3,5 und selbst 3 mm Durchmesser weit zurück. Der Grund für diese auffallende Erscheinung kann nicht mit Sicherheit angegeben werden. Vielleicht liegt er darin, dafs starke Seile von 5 und 6 mm Durchmesser steifer sind, als solche von geringerer Stärke, dafs aber dieser Nachteil beim 5 mm Seil nicht wie beim 6 mm-Seile durch die Verwendung einer grofsen Anzahl dünner Drähte ausgeglichen werden kann. Im 5 mm Seile ist es kaum möglich, wenn nicht auf eine genügend starke Faserstoffseele verzichtet wird, mehr als $6 \times 12 = 72$ Drähte des zweckmäfsigsten Durchmesser von 0,4 mm unterzubringen. Diese Anzahl genügt aber anscheinend nicht, um die zu grofse Steifigkeit des Seiles ausreichend zu mildern. Die Verwendung von 5 mm Seilen im Stellwerkswesen grundsätzlich zu untersagen, dürfte aber nicht zu empfehlen sein. Eine Vorschrift, welche bei bestimmter Belastung und festgesetztem Hube eine bestimmte Anzahl Doppelbiegungen verlangt, die das Seil bis zum Bruch über Rollen um 230 mm aushalten mufs, wird ausreichen, die Lieferung minderwertiger Seile zu verhindern. Gelingt es, auch Drahtseile von 5 mm durchwegs mit gröfserer Widerstandsfähigkeit herzustellen, so liegt kein Grund vor, deren Anwendung einzuschränken.

Dagegen müssen Seile unter 4 mm Durchmesser grundsätzlich verworfen werden, obgleich solche von 3,5 mm und selbst 3 mm bei den Prüfungen eine grofse Haltbarkeit nachgewiesen haben. (Nr. 17 und 18 IIb, 20 bis 23 IIa, 22 und 23 IIa, 27 bis 30 IIa.) Die Querschnittsbelastung wird mit 33 bis 34 kg/qmm bei diesen Seilen zu grofs. Dazu kommt, dafs diese hohe Belastung, die bei den vorkommenden Zugkräften von 150 kg im Drahtzuge bis zu 49 und 51 kg/qmm wächst, schon beim ersten zufälligen Reifsen eines oder mehrerer der meist nur in geringer Anzahl vorhandenen Drähte gleich eine zu grofse Steigerung erfährt und so dünne Seile durch die unvermeidlichen Witterungseinflüsse stärker geschwächt werden, als mit der Betriebsicherheit der Drahtzüge vereinbart erscheint.

Sonach müssen für die Verwendung im Stellwerkswesen die Seile von 6 und von 4 mm Durchmesser als die geeignetsten bezeichnet werden.

Die 6 mm-Seile gestatten eine Zusammensetzung aus vielen Drähten, bieten Raum für eine starke Faserstoffseele, und bei ihrem grofsen Querschnitte kann die natürliche Steifigkeit so starker Seile ausgeglichen werden (8 und 9 Ib, 11 bis 16 Ia, 11 und 12 Ib, 18 bis 20 Ia).

Die 4 mm-Seile besitzen in Folge ihres geringen Durchmessers schon an sich hohe Geschmeidigkeit. Die Versuche 1 und 2 IIIb, 2 bis 5 IIIa, 4 bis 6 IIIb und 7 bis 9 IIIa beweisen, dafs solche Seile wohl für die Verwendung im Stellwerkswesen geeignet sind. Die Querschnittsbelastung hält sich

in zulässigen Grenzen, und diese Seile dürften bei zweckentsprechender Behandlung auch gegen Witterungseinflüsse ausreichend widerstandsfähig sein.

Einzelne Seile von 6 mm Durchmesser haben weit über 90000 und solche von 4 mm Durchmesser weit über 60000 Doppelbiegungen auf der Prüfungsvorrichtung auszuhalten. Eine so hohe Leistungsfähigkeit kann man selbstverständlich in den Lieferungsbedingungen nicht verlangen, doch darf unbedenklich vorgeschrieben werden, dafs die für Stellwerksanlagen zu liefernden Seile bei 500 mm Hub auf Rollen der üblichen Durchmesser von 230 mm in der Anordnung nach Abb. 4, Taf. XLVIII bei gleichbleibender Belastung von 100 kg wenigstens 40000 Doppelbiegungen bis zum Bruch vertragen müssen. Dadurch werden die Werke gezwungen, nur erstklassige Seile zu liefern.

Die Anzahl der Drähte in den Seilen oder eine bestimmte Bauart vorzuschreiben, kann nicht empfohlen werden. Die im vorstehenden angedeuteten Gesichtspunkte für Lieferungsbedingungen für Stahldrahtseile werden ausreichen, um künftig minderwertige Seile von der Verwendung auszuschliefsen.

Die hiernach als zweckmäfsig ermittelten Bedingungen können in folgende Punkte zusammengefafst werden:

1. Zu den Seilen ist nur bester Gufsstahl von durchaus gleichmäfsiger Beschaffenheit zu verwenden.

   Der Stahl der Drähte mufs eine Festigkeit von wenigstens 120 kg/qmm besitzen und wenigstens 40 Biegungen der Drähte um 180° über einem Halbmesser von 2,5 mm (Abb. 1, Taf. XLVIII) bis zum Bruche aushalten. Die erste halbe Biegung um 90° bleibt aufser Betracht.

2. Der zu den Seilen verwendete Stahldraht darf einschliesslich der Verzinkung nicht stärker als 0,43 mm und nicht schwächer als 0,37 mm sein.

3. Die Verzinkung der Drähte mufs wenigstens eine Stärke von 0,01 mm haben.

   Der verzinkte Draht mufs zwei Eintauchungen von je einer Minute Dauer in einer Kupfervitriol-Lösung von 20 % aushalten, ohne einen zusammenhängenden roten Kupferüberzug anzunehmen.

   Der Draht mufs sich um einen Stab von seinem 10 fachen Durchmesser in aufeinander liegenden Windungen wickeln lassen, ohne dafs ein Abblättern des Zinkes eintritt.

4. Die Seile müssen auf Rollen von 230 mm Durchmesser, die nach Abb. 4, Taf. XLVIII angeordnet sind, unter einer gleichbleibenden Spannkraft von 100 kg bei 500 mm Hub im ungefetteten Zustande wenigstens 40000 Doppelbiegungen bis zum Bruche aushalten.

5. Die Seile müssen als Kern eine Hanfseele erhalten, welche mit einem säurefreien, fäulnishindernden, keine Feuchtigkeit aufsaugenden Stoffe zu tränken ist.

6. Die Drähte in der Litze und die Litzen im Seile müssen in entgegengesetzter Richtung geschlagen sein. »Kreuzschlag«. Das Seil mufs dabei Rechtsgewinde zeigen.

Gute Drahtseile für Stellwerkszwecke können nur Werke herstellen, welche über die besten Einrichtungen verfügen und langjährige Erfahrungen besitzen. Nur bester Stoff, gewissenhafte Arbeit und strengste Beachtung der vielen für die Herstellung in Frage kommenden Einzelheiten gewährleisten neben zweckmäfsiger Bauart volle Güte des Seiles. Deshalb bleibt die Lieferung von Drahtseilen immer Vertrauensache.

Mit der Vorschrift strenger Lieferungsbedingungen allein ist es bei der Beschaffung von Stellwerks-Drahtseilen nicht getan. Mit gröfster Sorgfalt müssen unter den vielen Werken, welche Drahtseile herstellen, die leistungsfähigsten ausgewählt werden. Nur diese sind in der Lage, den vorstehend angegebenen Lieferungsbedingungen wirklich zu entsprechen.

Neuer Betriebsplan für Massenverkehr auf Vorortbahnen.

Von **Hansen**, Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor in Berlin.

Hierzu Betriebs-Schaupläne Abb. 1 bis 13 auf den Tafeln LII und LIII.

(Fortsetzung von Seite 231.)

4. Zahl der erforderlichen Betriebsmittel.

a) Da nach Plan II zur Erzielung derselben Nutzleistung nur 110 anstatt 200 Zugkilometer erforderlich sind, da ferner die mittlere Reisegeschwindigkeit der Züge vergröfsert wird, so können die Betriebsmittel rascher umlaufen, zur Erzielung derselben Nutzleistung genügt also ein geringerer Wagenbestand.

In unserm Beispiele werden nach Plan I bei Anwendung des 6-Minutenverkehrs in 102 Minuten 17 Züge oder stündlich 10 Züge von A nach den Vororten gefahren, und es sind dazu bei 1 Minute Wendezeit im ganzen 17 Wagenzüge erforderlich (Abb. 4, Taf. LII). Nach Plan II werden bei Annahme derselben Wendezeit von 1 Minute 20 Züge in 106 Minuten, also in der Stunde $\frac{60 \cdot 20}{106} = 11,3$ Züge gefahren, gegen 10 nach Plan I. Erforderlich sind aber nur Wagen für 10 Züge statt für 17.

Man kann also nach Plan IIa auf einem Gleise und mit Wagen für nur 10 Züge noch etwas mehr leisten, als nach Plan I auf zwei Gleisen und mit Wagen für 17 Züge*).

b) Durch Mitbenutzung des zweiten Gleises gemäfs Plan IIb erhöht sich die Leistungsfähigkeit auf 20 Züge in 63 Minuten, oder in der Stunde $\frac{20 \cdot 60}{63} = 19,0$ Züge, auch dann sind nur Wagen für 10 Züge erforderlich.

c) Durch Vermehrung des Wagenbestandes auf 13 Züge

*) Vorausgesetzt ist hierbei, dafs für das Wenden der Züge 1 Minute ausreicht. Nimmt man die Wendezeit in beiden Fällen zu 5 Minuten, so ändert sich das Verhältnis nur sehr wenig.

kann man nach Plan IIc eine Leistung von 20 Zügen in 53 Minuten, also in der Stunde $\frac{60 . 20}{53} = 22,6$ Züge erreichen.

5. Zugmannschaften.

Entsprechend der geringern Zahl der erforderlichen Züge und Zugkilometer ist auch der Bedarf an Zug- und Lokomotiv-Mannschaften geringer.

6. Höchste erreichbare Leistungsfähigkeit.

Die höchste erreichbare Leistungsfähigkeit der Bahn hängt ab von der Zugstärke und der Schnelligkeit, mit der sich die Züge folgen können.

Bei Plan I kann die Zugstärke bei Dampfbetrieb nicht über eine mäfsige Grenze hinausgehen, weil sonst die Anfahrbeschleunigung, also auch die mittlere Geschwindigkeit so schnell abnimmt, dafs der Vorteil der gröfsern Zugstärke wieder aufgehoben wird. Dagegen ist man nach Plan II bezüglich der Zuglänge weit unabhängiger, denn die bei Vermehrung der Länge unvermeidliche Verringerung der Anfahrtbeschleunigung hat auf die mittlere Reisegeschwindigkeit hier einen äufserst geringen Einflufs.

Die denkbar kürzeste Zugfolge beträgt bei Plan I etwa 2 Minuten*). Tatsächlich gilt aber zur Zeit 2,5 Minuten als äufserste wirklich erreichbare Grenze. Dagegen kann im Plane II der kürzeste mögliche Zugabstand viel kleiner angenommen werden.

Wählt man beispielsweise eine Blockentfernung von 500 m**), so würde der kürzeste mögliche Zugabstand 500 m + Zuglänge betragen, woraus sich bei einer Höchstgeschwindigkeit von 70 km/St. die schnellste Zugfolge zu etwa 0,5 bis 0,6 Minuten, bei 90 km/St. sogar zu 0,4 Minuten ergeben würde, gegenüber 2 Minuten nach Plan I. Im ganzen wird man unbedenklich die gröfste Zugstärke etwa doppelt so grofs, die Zugfolge etwa doppelt so rasch annehmen können, sodafs nach Plan II die erreichbare Leistungsfähigkeit etwa 4 mal so grofs sein wird, als nach Plan I.

Die geschilderten Vorteile sind so grofs, dafs die Frage ernste Prüfung verdient, ob es möglich ist, den Betrieb der Vorortbahnen nach Plan II einzurichten.

Die hierzu erforderlichen Mafsnahmen sollen in folgendem kurz besprochen werden.

Verteilt sich der zu bewältigende Verkehr über einen längern Zeitraum, so wird man die Züge ihren Weg im Plane II^1 und II^2 so oft als erforderlich hin und her machen lassen. Hierbei zeigt sich aber ein wesentlicher Unterschied des neuen Betriebsplanes.

Unter der Herrschaft des Planes I findet jeder Reisende stets in kurzen Zwischenräumen einen für seine Zwecke geeigneten Zug. Trifft er unmittelbar nach Abgang eines Zuges auf dem Bahnsteig ein, so beträgt die Wartezeit bis zum Abgange des nächsten Zuges höchstens 6, 10 oder 20 Minuten, je nachdem der 6, 10 oder 20 Minuten-Verkehr eingerichtet ist. Der Plan II steht in dieser Hinsicht ungünstiger da. Weil jeder Zug nur an einer einzigen Station hält, so kann der Reisende nicht mit jedem beliebigen Zuge fahren, sondern mufs so lange warten, bis ein Zug nach seinem Reiseziele abfährt. Die Züge nach den einzelnen Orten können sich aber nicht beliebig oft folgen, sondern immer nur in denjenigen Zeitabständen, die sich aus der Gestalt der Fahrordnung ergeben. Ist beispielsweise um 8,00 Uhr ein Zug nach Station 10 abgegangen, so mufs nach Plan IIa der Reisende, welcher nach 8,00 Uhr eintrifft, bis 8,53 Uhr, also 53 Minuten warten, bis er einen geeigneten Zug findet (Abb. 2, Taf. LII). Bei Anwendung des Planes IIb beträgt die Wartezeit bis zu 31,5 Minuten (Abb. 3, Taf. LII) und bei Plan IIc höchstens 26,5 Minuten (Abb. 4, Taf. LII).

Die Wartezeit wächst annähernd im Mafse der Bahnlänge. Sie wird sich aber vielfach dadurch verringern lassen, dafs die Höchstgeschwindigkeit bei Plan II wesentlich höher angenommen werden kann, als in obigem Beispiele.

Die längeren Wartezeiten des Planes II bilden zwar, namentlich bei eingleisiger Strecke, einen Übelstand, doch wird man diesem Punkte keine entscheidende Bedeutung beilegen dürfen. Die Reisenden werden sich sehr bald daran gewöhnen, dafs sie nur zu bestimmten Zeiten fahren können, und nach kurzer Zeit werden sie dies kaum noch als einen Mangel empfinden, zumal dieser Übelstand durch die viel schnellere Beförderung mehr als ausgeglichen wird. Übrigens kommen, wenigstens für einzelne Stationen, Wartezeiten von einer Stunde und darüber auch jetzt schon nicht selten vor.

Es war oben bei Aufstellung der Fahrpläne IIa, IIb und IIc angenommen, dafs der Verkehr aller Vororte gleich grofs sei. Diese Voraussetzung trifft in Wirklichkeit keineswegs zu. In der Regel ist der Verkehr nach den näheren Vororten ganz beträchtlich stärker, als nach den weiter entfernten. Diesen Verschiedenheiten vermag aber der Plan II viel besser Rechnung zu tragen, als Plan I.

Nach den Orten mit stärkerm Verkehre wird man längere Züge senden, nötigen Falles mit Vorspann. Reicht das noch nicht aus, so wird man mehrere Züge kurz hintereinander nach dem betreffenden Orte laufen lassen, wie in Abb. 5, Taf. LII angegeben.

Nach Orten mit schwachem Verkehre wird man die Züge kürzer machen oder man wird die Reisenden zweier oder mehrerer verkehrschwacher Orte nach Abb. 6, Taf. LII in einen Zug zusammenbringen, der dann an allen betreffenden Orten halten mufs. Allerdings empfiehlt es sich, von diesem Mittel nur ausnahmsweise Gebrauch zu machen, weil durch das öftere Halten die beabsichtigten Vorteile zum Teil wieder verloren gehen. Zweckmäfsiger ist die Einrichtung kurzer Züge. Es steht durchaus nichts entgegen, in jeder einzelnen Zuggruppe einzelne Züge lang, andere Züge kurz zu machen.

Übrigens kann man es als wahrscheinlich bezeichnen, dafs unter der Geltung des Planes II die Bebauung der weiter entfernten Orte rasch zunehmen und die Ablassung besonderer Züge nach jedem Vororte in nicht zu ferner Zeit wirtschaftlich günstig werden wird.

*) Glasers Annalen 1900, S. 89/90.

**) Innerhalb der Strecke A—1, wo die Geschwindigkeit gering ist, müfste der Blockabstand entsprechend kleiner werden.

Ferner müfste der neue Betriebsplan darauf Rücksicht nehmen, dafs die Stärke des Verkehres von Tag zu Tage und von Stunde zu Stunde auch oft unerwartet wechseln kann. Im Plane I kann man zu dem Zwecke die Zugfolge beschleunigen oder verlangsamen. Beispielsweise schwankt die Zugfolge auf der Wannseebahn zwischen 5 und 20 Minuten. Aufserdem hat man auch wohl versucht, die Zugstärken zu wechseln, indessen ist dies Mittel bei Plan I nur in beschränktem Mafse anwendbar, da die Gröfse des Verkehres im voraus nicht bekannt ist und die Zugstärke daher zur Deckung der möglichen Schwankungen sehr reichlich bemessen werden mufs.

Unter dem Plane II kann die Zugstärke dem jeweiligen Verkehrsumfange besser angepafst werden, weil es möglich ist, Mafsnahmen zu treffen, durch welche dem betriebsleitenden Beamten schon vor Ablassen des Zuges die genaue Anzahl der zu befördernden Reisenden angezeigt wird. Diesem Zwecke dient die folgende Einrichtung.

Auf jeder Station sind ebenso viele Drehkreuze mit Zählvorrichtung angebracht, wie Stationen an der Strecke liegen, hier zehn. Jedes Kreuz trägt den Namen einer Station. Die Reisenden betreten den Bahnsteig durch das ihrem Ziele zugewiesene Drehkreuz, sodafs die Zahl der Reisenden für den Zug bekannt ist. Nach Abgang wird das Kreuz auf 0 gestellt oder auf die Zahl der Reisenden, die der Zug nicht mehr fassen konnte. Hiernach kann der Stationsbeamte ermessen, wohin Züge abgehen und wie stark sie sein müssen, und kann die erforderlichen Mafsnahmen treffen.

Nötigen Falles können diese Übersichten elektrisch nach einem Mittelpunkte der Betriebsleitung übertragen werden, die so stets über die betreffenden Verhältnisse unterrichtet bleibt.

Die Zählvorrichtung wird zusammen mit dem beschriebenen Betriebsplane dazu beitragen, die Überfüllung der Züge, die jetzt auf den Vorortbahnen zu gewissen Zeiten einen erschreckenden Umfang annimmt, zu beseitigen. Denn da der betriebsleitende Beamte in der Lage ist, innerhalb weniger Minuten so viel Züge abfahren zu lassen, dafs jeder Reisende mit Sicherheit auf einen Platz rechnen kann, so liegt kein Grund für die Reisenden vor, in überfüllte Wagen einzusteigen.

Durch die beschriebene Einrichtung kann eine vorzügliche Platzausnutzung erreicht werden. Während einerseits die jetzt so lästig empfundene Überfüllung vermieden wird, brauchen anderseits die Züge nicht unnötig stark gemacht zu werden, da schon vor Abgang jedes Zuges die Zahl der erforderlichen Plätze genau bekannt ist.

Tatsächlich wird die Veränderung der Zugstärke freilich vielfach auf Schwierigkeiten stofsen. Um sie durchzuführen, sind bei Lokomotivbetrieb umfangreiche Gleis- und Weichenanlagen nötig. Sodann kostet das Auseinanderreifsen und Zusammensetzen der Züge immer eine gewisse Zeit und ist vielfach mit Umständen verbunden. Man wird daher oft davon absehen und lieber unnötige Leerzüge zulassen. Wenn nur der Hauptgrundsatz des neuen Betriebsplans, dafs die Züge immer nur an einer Station halten, beobachtet wird, so entstehen durch das überflüssige Mitlaufen von Wagen nur wenig Mehrkosten und es lohnt sich nicht, deswegen besondere Mafsnahmen zu treffen.

Unter Umständen kann es dagegen zweckmäfsig sein, zu den Zeiten schwachen Verkehrs einzelne Züge nach zwei Bestimmungsorten laufen zu lassen (Abb. 6, Taf. LII), um so vorübergehend die Zahl der in Umlauf befindlichen Züge zu vermindern. Dann können Mannschaften, Lokomotiven und Wagen der entbehrlichen Züge zeitweise aufser Dienst treten, oder anderweitig verwendet werden, und darin könnte tatsächlich ein greifbarer Vorteil stecken.

Ebenso könnte man bei schwächerm Verkehre zwischen den einzelnen Zuggruppen längere Pausen eintreten lassen.

Durch alle diese Mittel wird man sich im Plane II viel genauer den Schwankungen des Verkehres anpassen können, als im Plane I.

Es soll jetzt noch die Frage gestreift werden, wie sich die Durchführung des neuen Betriebsplanes hinsichtlich der einzelnen im Anfange dieses Aufsatzes erwähnten Verkehrsgruppen gestalten wird.

1. Geschäftsverkehr.

Zur Bewältigung wird man die Züge früh morgens im Plane IIa^2, IIb^2 oder IIc^2 von den einzelnen Vororten nach der Stadt senden und sie dann im Plane IIa^1, IIb^1, IIc^1 zurückkehren lassen. Dies Spiel wird sich so oft wiederholen, bis alle Reisenden zur Stadt befördert sind. Die Fahrten II^1 werden in der Regel leer laufen, da der Verkehr nach aufsen um diese Zeit gering ist. Abends vollzieht sich der Verkehr in umgekehrter Weise.

Ist der Geschäftsverkehr sehr stark und schwankend, so wird man zwischen die regelmäfsigen Züge noch Bedarfszüge einschalten (Abb. 7, Taf. LII).

Der Gelegenheitsverkehr wird, wenn er bedeutend ist, ähnlich behandelt, wie der Geschäftsverkehr, indem man so oft, wie erforderlich, Zuggruppen nach Plan II fahren läfst. Falls dieser Verkehr jedoch unbedeutend ist, kann man ihn zweckmäfsig in der weiter unten angegebenen Art mit dem Ortsverkehre verbinden.

2. Ortsverkehr.

Es ergeben sich drei Möglichkeiten.

α) Ortsverkehr und Gelegenheitsverkehr werden vereinigt, die Züge verkehren ausschliefslich im Plane II, wobei zwischen den einzelnen Zuggruppen angemessene Zwischenräume bleiben.

Für den Gelegenheitsverkehr von den Vororten nach der Stadt ist diese Betriebsart günstig, dagegen mufs jeder Fahrgast, der von irgend einem Vororte nach einem andern fahren will, zuerst nach A reisen, dort aussteigen und so lange warten, bis von dort ein Zug nach seinem Reiseziele abfährt.

Die Dauer einer derartigen Reise hängt in hohem Mafse davon ab, ob ein oder zwei Gleise vorhanden sind. Auf der eingleisigen Bahn (Abb. 2, Taf. LII) ist die ganze Reisedauer im Plane IIa für alle Reisen des Ortsverkehres gleich grofs und unabhängig davon, wo Anfangs- und Endpunkt der Reise liegen, und zwar beträgt sie stets 52 Minuten. Bei Plan IIb und IIc richtet sich die Reisedauer darnach, ob bei Ankunft des Reisenden der auf dem andern Gleise nach seinem Reise-

ziele fahrende Zug schon abgefahren ist oder nicht. Im erstern Falle beträgt die Reisedauer für alle Reisen:

bei Plan IIb 62 Minuten (Abb. 3, Taf. LII),
bei Plan IIc 52 Minuten (Abb. 4, Taf. LII),

in letzterm Falle ist die Reisedauer:

bei Plan IIb 30,5 Minuten (Abb. 3, Taf. LII),
bei Plan IIc 25,5 Minuten (Abb. 4, Taf. LII).

Für alle diejenigen Reisen, deren Dauer nach Plan I gröfser sein würde, als die oben ermittelten Zahlen, ergibt sich eine Verkürzung der Reisedauer, für die übrigen würde eine Verlängerung und damit eine Erschwerung eintreten.

Es ist jedoch noch folgendes zu berücksichtigen. Da in vielen Fällen der Verkehr nach den näheren Vororten wesentlich stärker ist, als nach den weiteren, so wird man häufig einen Teil der Zuggruppen bereits in den näheren Vororten endigen lassen, wie in Abb. 12 und 13, Taf. LIII angedeutet. Hierdurch entsteht auch die Möglichkeit, die Reisedauer für einen grofsen Teil der Ortsreisen zu vermindern.

β) Es findet eine vollständige Trennung des Gelegenheits- und des Orts-Verkehres statt.

Für den Gelegenheitsverkehr fahren die Züge im Plane II mit entsprechendem Abstande der einzelnen Zuggruppen, während zur Bewältigung des Ortsverkehres zwischen den einzelnen Zuggruppen des Planes II kurze Ortszüge, die überall halten, in entsprechenden Abständen eingelegt werden (Abb. 8, Taf. LIII).

Da der Ortsverkehr bei Vorortbahnen in der Regel sehr schwach ist, so genügen meist einige wenige kurze Züge, die vielleicht nur aus einem Selbstfahrer bestehen. Es steht jedoch nichts entgegen, die Zahl und Stärke der Züge zu vermehren.

γ) Ortsverkehr und Gelegenheitsverkehr fahren vereinigt, jedoch im Plane I.

Ist der Ortsverkehr verhältnismäfsig stark, so kann es sich vorteilhaft erweisen, für gewöhnlich den Plan I mit entsprechend langsamer Zugfolge in Anwendung zu bringen und den Plan II nur zu Zeiten starken Geschäftsverkehres einzuführen, hauptsächlich also morgens und abends (Abb. 9, Taf. LIII), allenfalls auch noch mittags.

In diesem Falle hätte man gegenüber der ausschliefslichen Verwendung des Planes I immer noch den grofsen Gewinn, dafs für den Geschäftsverkehr, der dem Betriebe unter Plan I kaum zu bewältigende Schwierigkeiten bietet, die oben nachgewiesenen Vorteile, insbesondere eine wesentliche Beschleunigung, erzielt wird, und dafs diese Vorteile mit einem geringern Wagenbestande und geringeren Zugkosten erreicht werden können.

In rein betriebstechnischer Hinsicht ist die unter α) erwähnte Betriebsart, nötigenfalls unter Zuhülfenahme der unter β) erwähnten besonderen Ortszüge, am vorteilhaftesten. Wenn nötig, wird man zunächst die Zahl und Stärke der in Abb. 8, Taf. LIII vorgesehenen Ortszüge vermehren, und sich damit allmälig dem unter γ) erwähnten Zustande nähern.

In allen Fällen wird man versuchen, sich den Schwankungen des Verkehres mit Hülfe der oben angedeuteten Mittel möglichst anzuschliefsen, doch ist anderseits ängstliches Vermeiden von Leerläufen nicht am Platze.

Es läfst sich nicht leugnen, dafs unter der Herrschaft des Planes II immer eine kleine Erschwerung des Ortsverkehres, wenigstens zu gewissen Zeiten, stattfinden wird. Indes ist diesem Umstande keine entscheidende Bedeutung beizumessen. Selbst wenn sich dieser Verkehr zum Teil von der Vorortbahn weg und der Strafsenbahn zuwenden sollte, so dürfte dieser Ausfall durch die unzweifelhaft eintretende Zunahme des Geschäftsverkehres mehr als aufgewogen werden.

3) Der Vergnügungs- und Erholungsverkehr.

Der Vergnügungs- und Erholungsverkehr bietet jetzt dem Betriebe nach Plan I vielfach deshalb sehr grofse Schwierigkeiten, weil er unregelmäfsig und oft unerwartet und plötzlich auftritt. Ist dieser Verkehr verhältnismäfsig gering, so kann man ihn mit den regelmäfsig für den Geschäfts- und Ortsverkehr vorgesehenen Mitteln zu bewältigen suchen. Reicht das nicht aus, so wird man während der Zeiten des starken Vergnügungsverkehres, also etwa Sonntag nachmittags von 2 bis 4 und von 9 bis 10 Uhr, ausschliefslich zu Plan II übergehen müssen.

Man wird dann den Fahrplan derart etwas beweglich gestalten, dafs nach verkehrsreichen Orten mehrere Bedarfszüge hintereinander abgelassen werden können (Abb. 7 und 10, Taf. LII, Abb. 11, Taf. LIII). Ebenso wird man im Falle des Bedürfnisses die Züge verstärken. Sollten die vorgesehenen Bedarfszüge und die verstärkten Züge in Ausnahmefällen noch nicht ausreichen, so steht nichts entgegen, so lange hintereinander aufserplanmäfsige Sonderzüge nach einem bestimmten Orte zu schicken, bis der Verkehr erschöpft ist. In diesem Falle würde eine Verschiebung der ganzen Zuggruppen erfolgen, also eine Verspätung aller folgenden Züge eintreten (Abb. 10, Taf. LII), die man in Verkehrspausen wieder einholen müfste. Derartige Verspätungen lassen sich aber bekanntlich auch bei Plan I nicht vermeiden.

Bei Abwickelung dieses Vergnügungsverkehres würde die oben beschriebene Zählvorrichtung ausgezeichnete Dienste leisten, weil sie dem betriebsleitenden Beamten jederzeit angibt, wie viele Reisende vorhanden sind und wohin sie fahren wollen. Hiernach kann er rechtzeitig die erforderlichen Mafsnahmen treffen, um die jetzt lästig empfundene Überfüllung derartiger Züge zu verhindern.

Zur Durchführung des Planes II sind noch verschiedene bauliche Anlagen erforderlich:

1. Vorrichtungen zum Aufstellen der Züge.

In A sind, namentlich nach Plan IIa, Aufstellungsgleise nötig. An den Vorortstationen, wo mehrere Züge kurz hintereinander endigen, müssen entweder Aufstellungsgleise angelegt oder die nach den vorliegenden Stationen führenden Hauptgleise zum Aufstellen benutzt werden. Letzteres hat grundsätzlich bei Anlage der erforderlichen Deckungsignale kein Bedenken, so lange lediglich nach Plan II gefahren wird.

2. Vorrichtungen zum Wenden der Züge.

Bei Lokomotivbetrieb mufs auf der Anfangs- und End-Station jedes Zuges ein Umsetzen der Lokomotive stattfinden. Zu diesem Zwecke ist auf jeder Station ein Rücklaufgleis oder



eine Wendeschleife für den ganzen Zug nötig. Man kann aber die hierzu nötigen Gleis- und Weichenanlagen auf den Vorort-Stationen sparen, wenn man den Wechsel in der Art ausführt, dafs die Lokomotive sofort nach Ankunft des Zuges abgehängt wird, nach der benachbarten Station fährt und sich an den Schlufs des dort stehenden Zuges setzt. Damit steht die Lokomotive für die Rückfahrt dieses Zuges richtig.

An der Anfangstation A sind entweder ausgedehnte Bahnsteiganlagen nötig, deren richtige Ausgestaltung unter Umständen Schwierigkeiten bieten dürfte, oder Umkehrschleifen, oder beide Vorrichtungen in geeigneter Verbindung. Ein genaueres Eingehen auf diese Fragen scheint an dieser Stelle entbehrlich, da sich die Einzelausbildung ganz nach den örtlichen Verhältnissen richten wird.

3. Signal- und Blockvorrichtungen.

Wenn die Züge ganz oder teilweise auf demselben Gleise hin und zurückfahren, so sind auch entsprechende Signal- und Blockvorrichtungen nötig. Zwischen A und 1 müssen die Blockabstände bei der geringern Geschwindigkeit kleiner werden, als zwischen den anderen Stationen.

Wenn es sich darum handelt, den Betrieb nach Plan II auf einer bestehenden Bahn einzurichten, so wird man zweckmäfsig damit beginnen, zunächst die Zählvorrichtung in Tätigkeit zu setzen, um mit ihrer Hülfe von vornherein einen richtigen Plan aufstellen zu können. Bei neuanzulegenden Bahnen wird man zunächst probeweise einen Plan aufstellen und dann mit Hülfe der Zählvorrichtung bald Unterlagen für den endgültigen gewinnen.

(Schlufs folgt.)

Geologische Bemerkungen zum Einsturze im Altenbekener Tunnel.

Von Dr. **F. Rinne,** Professor an der Technischen Hochschule in Hannover.

Der Einsturz im Rehbergtunnel bei Altenbeken veranlafst mich, den Lesern dieser Zeitschrift eine kurze Übersicht der geologischen Verhältnisse des vom Tunnel durchquerten Höhenzuges zu geben; sie sind bei der Beurteilung des Ereignisses mit in erster Linie zu berücksichtigen.

Vom geologischen Standpunkte aus betrachtet, ist die Stelle, an welcher der Rehbergtunnel den Teutoburger Wald durchbricht, eine für Ausführung und Unterhaltung eines solchen Werkes ungemein ungünstige. Der Wall des genannten Gebirges wird von dem Tunnel da durchquert, wo ein förmliches Strahlenbündel von Bruchzonen, aus dem östlichen Vorlande gegen das Gebirge ziehend, sich zusammenschliefst und im Rehberge verschwindet, zum Zeichen dafür, dafs letzterer unter der seinen Westabhang gleichmäfsig bedeckenden Gesteinsplatte ein Mosaik vieler Gesteinschollen darstellt. Durch diese Wirrnis im Innern des Berges ist der Altenbekener Tunnel gebahnt. Zu dem verwickelten Gebirgsbaue kommt als weiterer technisch wichtiger Umstand, dafs von den Schichtenfolgen, die sich unter die erwähnte, den westlichen Abhang bildende Gesteinsplatte schieben, gewisse, nämlich die des mittleren Muschelkalkes, bezüglich der Festigkeit des Gesteines sehr wenig verläfslich sind*). So sind also verwickelte tektonische Verhältnisse und teilweise Unzuverlässigkeit des Gesteines im vorliegenden Falle unliebsam vereinigt.

Zur nähern Erläuterung der technisch-geologischen Verhältnisse sind die Textabb. 1 und 2 beigefügt, welche im Grundrisse und Schnitte den Aufbau des Rehberges und seiner

*) Dies ergibt sich auch aus einer grofsen Zahl von Erdfällen, die sich im Gebiete des mittlern Muschelkalkes am Rande der Egge südlich vom Rehbergtunnel vorfinden und auch da noch erscheinen, wo die angeführte Schichtenfolge vom Sandsteine der Kreideformation bedeckt ist (vergl. d. Erdfallkreischen in Textabb. 1).

Abb. 1. Mafsstab 1:88000.

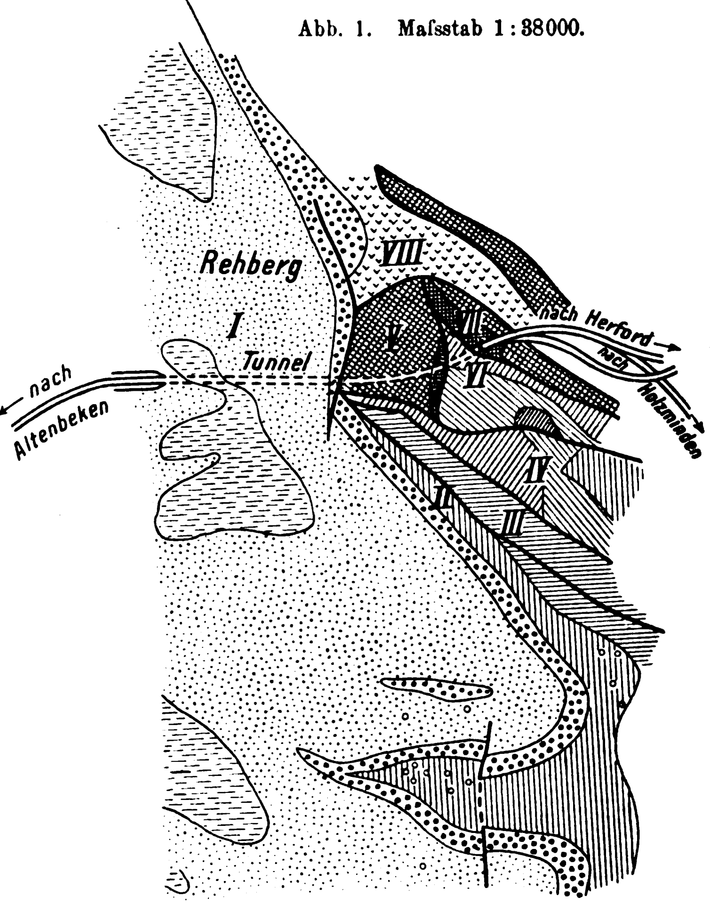
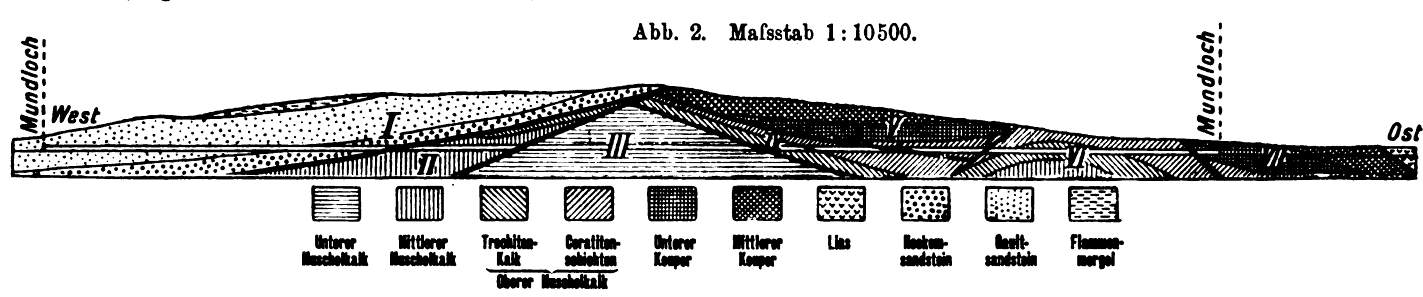


Abb. 2. Mafsstab 1:10500.



Umgebung darstellen, und denen die eingehenden Untersuchungen von Dr. H. Stille zu Grunde liegen*).

Im Gegensatze zum SO-NW-Verlaufe des nördlichen Teutoburger Waldes hat der südliche, Egge genannte Teil des Gebirges eine im allgemeinen nordsüdliche Erstreckung, die durch die Lagerung der Gesteinsschichten bedingt ist**). Die den Kamm des Berges bildenden Neokomsandsteine streichen nämlich wesentlich in N-S und fallen flach nach W ein. Auf ihnen ruht in der Gegend von Altenbeken parallel aufgelagert die Schichtenfolge des Gaultsandsteins und auf letzterem, gleichfalls konkordant, der am Rehberg nur noch in Resten erhaltene Flammenmergel. Die Betrachtung der Westseite des Schnittes, Textabb. 2, läfst diese Verhältnisse besonders deutlich erkennen.

Weit verwickelter als diese einfach aufgebaute westliche Flanke des Rehberges ist das geologische Gefüge seines Ostabhanges und des sich östlich anschliefsenden Hügellandes. Hier können die der Trias und dem Jura zugehörenden Gesteinsfolgen im wesentlichen als Faltenbildungen mit SO-NW-Verlauf der Sattel- und Muldenlinien aufgefafst werden, aber mit dem eigenartigen Merkmale, dafs die aufgewölbten und eingesenkten Gebirgsschichten vielfach nicht mehr im Zusammenhange geblieben, vielmehr durch Brüche in Schollen zergliedert und an diesen Klüften mehr oder minder stark an einander verschoben sind.

Im Grundrisse (Textabb. 1) treten diese Gesteinschollen als auf der Oberfläche nordwestlich gegen den Rehberg ziehende Streifen vortrefflich heraus. Von Süden nach Norden gerechnet verschwinden von den spiefseckig gegen die Egge streichenden Schollen unter dem Rehberge (I der Textabb.)

a) mittlerer Muschelkalk, Scholle II,
b) unterer Muschelkalk, Scholle III,
c) oberer Muschelkalk, Scholle IV,
d) Keuper, Scholle V,
e) Lias, Scholle VIII***).

Man mufs sich also vorstellen, dafs diese fünf Gesteinsgruppen II bis V und VIII in ihrem, besonders bei II, III und IV ausgeprägten SO-NW-Zuge den N-S streichenden und nach Westen wie ein flaches Dach abfallenden Sandstein des Rehberges in ihrer NW-Fortsetzung unterteufen, also vom Rehberg-Sandstein schliefslich zugedeckt werden.

So sind hiernach zwei tektonische Linien im Bilde der Textabb. 1 ersichtlich und verständlich, eine NS-Leitlinie, die durch die Streichlinie des Rehberg-Sandsteines gekennzeichnet wird, und eine SO-NW-Leitlinie, entsprechend dem Verlaufe der Bruchzonen zwischen den Schollen im Vorlande. Beachtenswert ist hier ferner das wenn auch untergeordnete Vorkommen von NS-Brüchen östlich vom Rehberge, so als Grenzkluft der erwähnten Keuperscholle V, da, wo sie gegen oberen Muschelkalk VI absetzt.

H. Stille hat in seinen oben erwähnten Abhandlungen die Erklärung des in Rede stehenden eigenartigen Gebirgsbaues in wohlbegründeter Auffassung dahin gegeben, dafs eine Überschiebung der westlichen Schichtenfolge des Rehberges, also der Kreideformation, über die Schollen der Trias und des Jura vorliegt.

Der Rehbergtunnel durchzieht das triadische Schollengewirre, das unter den überschobenen Kreidesandsteinen lagert, und letztere selbst in O-W-Richtung. Ersichtlich erstreckt er sich also querschlägig, senkrecht zum Streichen im Kreidesandsteine, aber schief, und zwar etwa unter 45°, zum NW-Verlaufe der Triasschollen, die also spiefseckig durchschnitten werden.

Dementsprechend verliefen die Arbeiten bei der Herstellung des Tunnels an der Westseite des Rehberges zunächst auf eine der flachen Lagerung der Kreidesandsteine entsprechende Strecke von 522 m in der wenig gestörten, überschobenen, aus Gaultsandstein und Neokomsandstein bestehenden Gesteinsplatte, wobei untergeordnet noch Grünsand in Betracht kam*).

Dann aber begann die Wirrnis der Triasschollen. Wie der Grundrifs (Textabb. 1) veranschaulicht, schiebt sich unter das Kreidesandsteindach zunächst als südlichster Streifen mittlerer Muschelkalk, Scholle II, in den dann auch nach Textabbild. 2 östlich von den erwähnten Sandsteinen die Tunnelachse hineinlief. Sie blieb auf 130 m in dieser Formation. Anschliefsend stellte sich die Scholle III, unterer Muschelkalk = Wellenkalk, auf 407 m ein, darauf Scholle IV, oberer Muschelkalk = Trochitenkalk unten und darüber Ceratitenschichten. Eine Verwerfung grenzt Scholle IV von der nach Osten sich anschliefsenden Scholle V ab, welche aus mittlerm Keuper, unterlagert von unterm Keuper und auch von oberm Muschelkalke besteht, durch welch letztern der Tunnel führt. Noch weiter nach Osten gelangten die Arbeiten in die Scholle VI, oberer Muschelkalk, und schliefslich in die Scholle VII, in der sich das Tunnelmundloch im Keuper befindet.

In der Zeitschrift für Bauwesen ist ein von Simon verfafster ausführlicher Bericht**) über den Bau des Rehbergtunnels gegeben, der ein sehr anschauliches Bild auch von den besonderen Verhältnissen bei den Arbeiten in den verschiedenen geologischen Abschnitten des Tunnels gibt, die im übrigen nicht nacheinander, sondern gleichzeitig in Angriff genommen wurden. Nachdem man sich nämlich bezüglich der unterirdischen Durchquerung des Eggegebirges für die Einsattelung am Rehberge entschieden hatte, wurden, um die festgesetzte Vollendungsfrist, Ende 1864, innehalten zu können, zwecks Vermehrung der Arbeitsplätze gleich beim Beginne am 10.

*) H. Stille, Der Gebirgsbau des Teutoburger Waldes zwischen Altenbeken und Detmold. Jahrb. der k. preufsischen geologischen Landesanstalt f. 1899. Ferner Erläuterungen zur geol. Spezialkarte v. Preufsen, Blatt Altenbeken, aufgenommen von H. Stille, 1904.

**) Es kommen am Rehberge nur sedimentäre Gesteine in Betracht. Ihr schichtiger Aufbau bei aufgerichteter Lagerung bedingt wie sonst die Art der Gestaltung der Erdoberfläche durch die Kräfte der Verwitterung. Schwer zerstörbare Gesteinslagen werden als Geländekanten durch die Verwitterungsvorgänge gewissermafsen herausgearbeitet. Der Verlauf der Geländekanten, also der Höhenzüge, entspricht der Längserstreckung der Gesteinsplatten auf der Erdoberfläche.

***) Die Bezeichnung z. B. eine „Scholle Keuper“ soll nur besagen, dafs die Scholle als Keuper an der Oberfläche erscheint. Unter dem erdoberflächlich sichtbaren Keuper können tiefere Schichtenfolgen am Aufbau der Gesteinsscholle teilnehmen, so der obere Muschelkalk u. s. w., vergl. Scholle V in der Textabb. 2.

*) Das Lettenflötz, Brauneisenerz in Ton, auf das am Rehberg früher Bergbau getrieben wurde, beispielsweise mittels des Antoniusstollens und in zahlreichen kleinen Tagebauen, kam im Tunnel nicht mehr zum Vorscheine.

**) Simon, Die Ausführung des grofsen Tunnels bei Altenbeken. Zeitschr. f. Bauwesen, 1868, S. 251.

September 1861 aufser Stollenbetrieb an den Tunnelenden, noch vier Schachtanlagen eingerichtet, indem man an drei Stellen über der Tunnelachse das Gebirge von der Oberfläche des Rehberges her durchteufte und viertens einen nur 8,5 m nördlich der Tunnelachse liegenden früheren Bergwerksschacht benutzte. Auf die Weise wurden die näheren Verhältnisse auch im Hangenden des Tunnels durch vier Schachtschnitte bekannt.

Der Ausführung der Arbeiten stellten sich alsbald viele mifsliche Umstände entgegen. Simon berichtet, dafs man die gröfsten Schwierigkeiten im mittlern Muschelkalke hatte. Das Gestein war stellenweise zu gypsführenden Letten förmlich erweicht und geriet in solcher Form leicht in Bewegung, sodafs oft die stärksten Verzimmerungshölzer unter seinem Druck zerbrachen. Auch nach der Ausmauerung mit Sohlengewölbe stellten sich im Bereiche des Gypslettens noch Ausbauchungen des Mauerwerkes und Abblätterungen einzelner Steine ein.

Sehr ungünstig waren die Verhältnisse für den Bau da, wo die Tunnellinie dicht unter dem Muldentiefsten des Keupers der Scholle V liegt, in dem geologischen Abschnitte des Tunnels, in dem auch der Einsturz am 22. Juli 1905 eintrat. Hier waren beim Bau die Schichten, welche von beiden Seiten einfielen, in beständiger Bewegung, und der wasserdurchtränkte Keuper, der nach dem Ergebnisse eines in der First des Tunnels angesetzten Bohrloches nur 4 m über den Kappen der Verzimmerung lag, brachte so grofse Wassermassen, dafs die mühseligen Arbeiten nur in sehr verkürzten Schichten verrichtet werden konnten. Ungeachtet sehr starker Verzimmerung stellte sich am 18. April 1864 infolge des Wasserandranges, welcher die Sohle aufgeweicht hatte, unter der Keupermulde ein Einbruch der Tunnelfirst auf 21 m Länge ein. Die Verzimmerung wurde von Osten nach Westen geschoben und zertrümmert, das westlich bereits geschlossene Gewölbe auf 4 m Länge durch die aufliegenden Unterzüge herabgedrückt und beschädigt. Nach drei Tagen zeigte sich der Bruch in einer 10 m tiefen Einsenkung auch über Tage.

Im ganzen ereigneten sich während des Tunnelbaues drei Brüche, nämlich ein zweimaliger unter einem Schachte im Kreidesandsteine, einer im obern Muschelkalk der Scholle VI, durch welchen Einbruch die Zimmerung auf 11 m Länge gänzlich zertrümmert wurde, und schliefslich der bereits oben erwähnte, unter der Keupermulde V, der sich am kostspieligsten stellte.

Auch bei den Schachtarbeiten gab es mancherlei Schwierigkeiten. Durch einen Schacht wurde der alte Antonius-Bergbaustollen angefahren, der dann grofse Wassermassen zuleitete, ein anderer brachte an der Grenze von Keuper und Muschelkalk mächtigen Wasserandrang.

Bezüglich der besonderen Verhältnisse und der Mafsregeln, durch deren Anordnung es gelang, aller Schwierigkeiten schliefslich Herr zu werden, sei auf die ausführliche Simonsche Abhandlung verwiesen. Hier mag der Bericht noch in anderer Hinsicht, als beachtenswerter geschichtlich geologischer Beleg gewürdigt werden. In geologischer Hinsicht ist die anschauliche Darstellung nämlich nicht nur eine lehrreiche Auskunft über die beim Tunnelbau aufgefundenen Gesteinsgruppen, sondern zugleich ein guter Anhalt für die in den Jahren des Baues verbreitete Auffassung des Gebirgsaufbaues im nordwestlichen Deutschland, die in zum Teil sehr wesentlichem Gegensatze zu den neueren Anschauungen steht. Im Lichte der letzteren werden insbesondere zahlreiche aufgerichtete Gebirgschichten Deutschlands, deren Lagerung man früher als Faltung der Gesteine ohne Lösung des Zusammenhanges, also ohne Bruchbildung zu erklären versuchte, als Schollenbildungen, das heifst als zerstückelte Gesteinsmassen aufgefafst, bei denen die Stellung der Schichten zu einander zwar oft die von Sattel- und Muldenflügeln ist, deren Zusammenhang aber durch Verwerfungen unterbrochen ist, an welchen mehr oder minder bedeutende Verschiebungen der von einander abgelösten Faltenteile stattgefunden haben.

So wird denn jetzt auch, wie oben geschehen, der Rehberg als ein Mosaik von Schollen angesehen, die durch Verwerfungen von einander getrennt und aneinander verschoben sind, während in dem in der Simonschen Abhandlung veröffentlichten Rehbergschnitte die aufgerichteten Gesteinschichten noch meist als im Zusammenhange stehend gezeichnet werden, selbst da, wo »Verwerfungen« vermerkt sind. Manche »Verwerfung« genannten Klüfte erscheinen in der ältern Darstellung mehr als örtliche Zertrümmerungszonen denn als weithin streichende Verschiebungsflächen, wie sie nunmehr aufgefafst werden müssen.

Damit hat sich aber auch der Boden der Auffassung verändert, auf den sich der leitende Ingenieur stellen mufs, der eine Tunnelachse entsprechend den geologischen Verhältnissen festlegen oder Mafsregeln zum Schutze seines Werkes treffen will, und es läfst sich nicht verkennen, dafs die heutige Auffassung des Gebirgsbaues, die sehr oft Zerstückelung sieht, wo früher geschlossene Sättel und Mulden angenommen wurden, reicher an technisch schwerwiegenden Folgerungen ist, als die ältere. Keineswegs hat sie eine Abschwächung bezüglich der Befürchtung bedrohlicher Ereignisse bei unterirdischen Bauten mit sich gebracht.

Folgende Umstände kommen dabei besonders in Betracht.

Gerade so wie der Tunnelbauer beispielsweise Schutthalden an den Talflanken nach Möglichkeit nicht durchqueren wird, in der sehr berechtigten Besorgnis, hier wenig standhaftes Gebirge zu haben, so wird er auch durch Verwerfungen zerstückelte Gesteinsgruppen möglichst vermeiden in dem richtigen technisch-geologischen Gefühle, dafs solch einem Schollen- und Scherbenberge sehr wohl noch die Möglichkeit innewohnen kann, dafs die aufeinander hängenden Gesteinsmassen durch Fortsetzung der Verschiebung, insbesondere, wenn gewissermafsen ein geologisches Widerlager beim Bau beseitigt wird, sich in Bewegung setzen. Er wird die Besorgnis hegen, dafs Gesteine in Verwerfungsnähe öfter durch Gebirgsdruck in sich zermürbt, infolge von Auslaugung durch das auf Verwerfungsklüften wandernde Wasser gelockert, somit wenig druckfest sind. Spaltenförmige und unregelmäfsige Hohlräume können durch Lösen von Gesteinen wie Kalk und Gyps entstehen, das fliefsende Wasser mag lockere Stoffe, wie morschen Sandstein fortführen, sodafs sich sehr wohl bei all diesen Vorgängen Hohlräume bilden mögen, die zu örtlichen und ganz plötzlich eintretenden Rutschungen

und Abstürzen im Berginnern Veranlassung geben. Nicht zum wenigsten wird schliefslich im zerstückelten Gebirge mit Wassereinbrüchen zu rechnen sein*).

Hätte ein geologisch erfahrener Ingenieur die Eggedurchtunnelung heute zu bearbeiten, so würde er nach Kenntnisnahme des ungünstigen Aufbaues des Rehberges, wie er sich durch Begehung des Berges und bei der Durchforschung seines nächsten Vorlandes ergibt, wohl sicher die Frage sehr eingehend erwägen, ob nicht eine andere Linienführung, selbst wenn die Eisenbahnlänge bedeutender werden sollte, für die Durchbohrung des Gebirgswalles technisch-geologisch günstiger sei, als die Durchquerung unter der Pafshöhe des Rehberges mit seinen mannigfaltigen, zum Teil wenig verläfslichen, von Verwerfungen zerstückelten Gesteinsmassen, die zu dem einfachen Gebirgsbau nördlich vom Rehberge in starkem Gegensatze stehen. Zwängen aber andere technische Verhältnisse dennoch zur Tunnelführung unter dem Rehberge, so würden gewifs Mafsregeln zum Schutze des Bauwerkes vorgeschlagen, wie sie bei in der Tat sehr schwierigen Fällen in Betracht zu ziehen sind, sei es bezüglich der mehr oder minder reichlichen Anbringung von Sohlengewölben, der Stärke der Ausmauerung, der Art des hierfür zu verwendenden Gesteins und des Mörtels, der Benutzung oder Vermeidung von später vielleicht Wasser bringenden Hülfschächten, selbst auf die Aussicht hin, längere Zeit für die Ausführung des Baues zu gebrauchen, und bezüglich der Lage solcher Schächte auf oder neben der Tunnelachse.

Dafs aber solche Überlegungen, wie sie oben gemacht sind, durchaus nicht als Vorwurf gegen die einstigen sehr verdienten Erbauer ausgelegt werden dürfen, ist vielleicht nicht unnötig hier besonders zu betonen. Die Kenntnis des Gebirgsaufbaues ist in den letzten 25 Jahren aufserordentlich vorangeschritten, und insbesondere die Auffassung der geologischen Untergrundverhältnisse des nordwestlichen Deutschland ist dank vor allem den grundlegenden Forschungen von A. v. Koenen ganz wesentlich erweitert und vertieft worden. Ein jedes Werk trägt den Stempel seiner Zeit, und nicht zum wenigsten sind auch die technisch-geologischen Erfahrungen beim Tunnelbau in den letzten Jahrzehnten vermehrt worden.

*) Bei sehr tief liegenden Tunneln ist nach A. Heim noch der Umstand des allseitigen Gebirgsdruckes zu erwägen, auf den der genannte hochverdiente Erforscher alpinen Gebirgsbaues eindringlich hingewiesen hat.

Vom geologischen Standpunkte aus betrachtet, spricht es geradezu für die Güte der im Rehberge ausgeführten Arbeit, dafs der gewaltige Bau in dem geschilderten, nach jetziger Auffassung aufserordentlich ungünstigen Gebirge vier Jahrzehnte lang Stand gehalten hat. Als ein glücklicher Umstand mufs angeführt werden, dafs der Rehberg trotz seiner wechselreichen, inneren geologischen Gliederung in sich so fest gelagert erscheint, dafs der Tunnel nicht einem allmälig wachsenden und schliefslich auf grofse Strecken übermächtigen Drucke ausgesetzt war und ist. Der neuerliche, ohne vorherige Senkungsanzeichen plötzlich eingetretene Einsturz weist vielmehr auf ein örtliches, schnell eingetretenes Ereignis, vielleicht auf die Loslösung eines hängenden Schollenteils, als Ursache des Gewölbebruches hin.

Was jetzt zu geschehen hat, kann selbstverständlich nur nach genauer fachmännischer Untersuchung bestimmt werden, und hierbei müssen die geologischen Verhältnisse eingehend berücksichtigt werden. Dabei sollte es aber nicht sein Bewenden haben. Es ist dringend nötig, alle gröfseren deutschen Tunnel, die zum Teil in geologisch recht verwickeltem Gebirge stehen, einer geologischen Prüfung zu unterziehen, um auf Grund eingehender Kenntnisnahme auch des betreffenden Gebirgsbaues ihre Sicherheit festzustellen und Mafsregeln zur Verhütung von Unglücksfällen anzuordnen*). Es ist das eine schwierige Aufgabe, die in zweckmäfsigster Weise nur durch Zusammenarbeiten von Ingenieuren und Geologen bewältigt werden kann.

Nicht minder wichtig ist es, dafs sich die studierenden Bauingenieure mit den Lehren der Geologie vertraut machen, damit ihnen später diese Kenntnis in ihrer Bautätigkeit helfend zur Seite stehe, und auf dafs ihnen aus dieser Wissenschaft guter Nutzen bei allen Arbeiten erblühe, die sie im steinernen Untergrunde auszuführen haben. In der Hinsicht verweise ich auf eine kleine Abhandlung, die kürzlich von mir in der deutschen Bauzeitung über Art und Ziel des Unterrichtes in Mineralogie und Geologie an den technischen Hochschulen veröffentlicht ist.

*) Wie ich erfahre, ist diese Untersuchung für Preufsen von dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten bereits angeordnet.

Versuchsfahrten mit der Westinghouse-Schnellbahnbremse auf den bayerischen Staatseisenbahnen.

Mitgeteilt von der Generaldirektion der bayerischen Staatseisenbahnen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel LIX.

Das jetzt überall hervortretende Bestreben, die Geschwindigkeit der Schnellzüge zu erhöhen, führt dazu, die Bremsvorrichtungen weiter zu vervollkommnen, damit die Bremswege auch bei hohen Geschwindigkeiten innerhalb der Grenzen bleiben, die aus Gründen der Betriebsicherheit nicht überschritten werden sollen.

Luftdruckbremsen mit bestimmtem, während der Bremsung gleichbleibendem Drucke im Bremszylinder genügen bekanntlich für sehr hohe Fahrgeschwindigkeiten nicht, weil einerseits die Reibung zwischen Bremsklotz und Radreifen mit zunehmender Geschwindigkeit erheblich sinkt, anderseits der Höchstdruck im Bremszylinder nur so bemessen werden darf, dafs gegen das Ende der Bremsung, wenn die Reibung ihren Höchstwert erreicht, kein Feststellen der Räder eintritt. Westinghouse hat deshalb bei seiner in Amerika für Schnellzüge vielfach angewendeten Hochdruckbremse*) den Leitungsdruck erhöht, wodurch er im Bremszylinder grofsen Anfangsdruck

*) Organ 1897, S. 228.

erhält, den er zur Verhütung des Feststellens der Räder durch selbsttätige Druckverminderungsventile gegen das Ende der Bremsung allmälig auf das übliche Mafs herabsinken läfst.

Eine weitere Ausbildung dieses Grundgedankens zeigt die Westinghouse-Schnellbahnbremse, die auf Ansuchen der Westinghouse-Eisenbahn-Bremsen-Gesellschaft in Hannover von der bayerischen Staatseisenbahn-Verwaltung an einem geeigneten Versuchzuge erprobt wurde.

Beschreibung der Schnellbahn-Bremse.

Bei dieser neuen Bremse, welche durch Beibehaltung des bisherigen Leitungsdruckes alle mit der Druckerhöhung verbundenen Schwierigkeiten glücklich vermeidet, kommt nach Abb. 2, Taf. LIX zu der bekannten Schnellbremse, die im wesentlichen aus dem Bremszylinder A, dem schnellwirkenden Steuerventile B und dem Hülfsluftbehälter C besteht, noch ein Zusatzbremszylinder H nebst Hülfsluftbehälter G und Steuerventil F hinzu, der die Verstärkung der Bremskraft für höhere Fahrgeschwindigkeiten gibt. Hauptbremse wie Zusatzbremse werden in der üblichen Weise aus der Hauptleitung gespeist und wirken auf ein Bremsgestänge.

Das Steuerventil F der Zusatzbremse, das Abb. 3, Taf. LIX im Schnitte darstellt, unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Westinghouse-Steuerventile nur dadurch, dafs eine Bohrung x in der Schieberbahn den Hülfsluftbehälter mit dem Bremszylinder verbindet, sobald der Steuerkolben 5 den Schieber 6 in die Bremsstellung zieht. Der Zusatz-Bremszylinder steht aufserdem durch die Bohrung y mit der Aufsenluft in Verbindung. Während die Hauptbremse stets in der bekannten Weise arbeitet, kommt die Zusatzbremse bei stufenweisem Bremsen kaum zur Wirkung. Es tritt zwar bei jeder Druckverminderung in der Leitung Prefsluft aus dem Hülfsluftbehälter in den Zusatz-Bremszylinder über, gelangt aber von dort durch die Bohrung y unmittelbar ins Freie, während das Steuerventil F sofort in die Lösestellung umsteuert, sobald die Druckabnahme in der Hauptleitung aufhört. Bei Notbremsungen kommen Haupt- und Zusatzbremszylinder gleich mit voller Kraft zur Wirkung, da sofort Druckausgleich zwischen den Hülfsluftbehältern und den zugehörigen Bremszylindern eintritt. Der Druck im Zusatzzylinder geht aber, weil die Luft durch die Bohrung y entweicht, allmälig bis auf die Höhe des in der Leitung zurückgebliebenen Druckes zurück. Sodann steuert das Ventil F selbsttätig um und löst sofort die Zusatzbremse völlig. Je nachdem man daher bei Notbremsungen mehr oder weniger Spannung in der Leitung hält, kann man die Wirkung des Zusatzbremszylinders längere oder kürzere Zeit aufrecht erhalten. Durch die erst langsam und dann immer schneller auftretende Druckabnahme im Zusatzzylinder pafst sich die Bremskraft dem veränderlichen Werte der Klotzreibung derart an, dafs die Verzögerung während des ganzen Verlaufes der Bremsung annähernd gleich bleibt. Um dem Führer die Handhabung der Bremse zu erleichtern, erhält der Leitungsdruckmesser eine zweite Teilung, die anzeigt, wie weit der Leitungsdruck bei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten ermäfsigt werden mufs, damit der Zusatzzylinder rechtzeitig löst (Abb. 4, Taf. LIX).

Ausrüstung des Versuchszuges.

Der Versuchszug bestand aus einer 2/5 gekuppelten Verbund-Schnellzuglokomotive, von 68,3 t Dienstgewicht nebst vierachsigem Tender von 50 t Dienstgewicht und vier bis sechs vierachsigen Durchgangswagen von je 36,5 t Eigengewicht. Bei der einfachen Westinghouse-Bremse sind von der auf das Drehgestell der Lokomotive entfallenden Achslast 51 %, von der Belastung der Triebräder und des hintern Laufrades etwa 65 % und somit von dem ganzen Dienstgewichte 60 % abgebremst. Der Zusatz-Bremszylinder von 380 mm Durchmesser erhöht die ganze Bremskraft auf 70,6 t oder 103 % des Dienstgewichtes. Am Tender, der ein Leergewicht von 22 t hat, 6 t Kohle und 22 t Wasser fafst, kam zu dem Schnellbremszylinder von 305 mm Durchmesser, der von dem Dienstgewichte bei halben Vorräten 70 % abbremst, noch ein Zusatz-Bremszylinder gleichen Durchmessers, sodafs die Bremskraft auf 130 % des mittlern Dienstgewichtes stieg. Die Wagen, die ebenfalls mit einer Schnellbremse von 305 mm Zylinderdurchmesser versehen waren, erhielten einen Zusatz-Bremszylinder von 355 mm, der die Bremskraft von 72 % bis auf etwa 160 % des Eigengewichtes erhöhte. Das Bremsgestänge an den Fahrzeugen wurde, soweit es nötig erschien, verstärkt, um Verluste an wirksamer Bremskraft durch Dehnung oder Durchbiegung einzelner Teile zu vermeiden. Die Bremsklötze erhielten eine Länge von 450 mm.

Die Kapteynsche Schreibvorrichtung zum Aufnehmen der Drucklinien in den Bremszylindern wurde in einem Abteile eines der Wagen untergebracht. Zum genauen Messen der Geschwindigkeit und des Bremsweges wurde ein von der Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen leihweise an die Westinghouse-Gesellschaft überlassener Dreihebelschreiber *) nebst Sekundenuhr benutzt.

Die Versuchsfahrt und ihre Ergebnisse.

Die Versuchsfahrt fand am 8. Juli 1905 auf der Strecke München-Augsburg statt, deren Neigungs- und Krümmungs-Verhältnisse in Abb. 1, Taf. LIX dargestellt sind. Bei der Hinfahrt nach Augsburg bestand der Versuchszug aus der Lokomotive nebst Tender und vier Wagen mit einem Gewichte von 250,4 t; bei der Rückfahrt nach München wurden zwei weitere Wagen angehängt, wodurch das Zuggewicht auf 323,3 t stieg. Dabei ist für den Tender mit halben Vorräten ein Dienstgewicht von 36,0 t eingesetzt. Bei Geschwindigkeiten von 30, 50, 70, 90, 100, 110, 120 und 130 km/St wurden Notbremsungen und bei verschiedenen Geschwindigkeiten Betriebsbremsungen vorgenommen. Zum Vergleiche wurden auch bei Geschwindigkeiten von 70 bis 130 km/St Notbremsungen mit der einfachen Schnellbremse ausgeführt, wobei die Zusatzbremse durch einen Absperrhahn k (Abb. 2, Taf. LIX) abgeschaltet war. Alle Bremsungen verliefen sanft und ganz stofsfrei. Die Ergebnisse der Notbremsungen, die ausnahmslos auf gerader Strecke erfolgten, sind in der Zusammenstellung S. 261 enthalten.

Die mit der Schnellbahnbremse erreichten Bremswege waren kürzer, als sie in Deutschland bei Schnellfahrten je erzielt wurden, trotzdem die meisten der neuen Bremsklötze nur auf einem sehr kleinen Teile ihrer Bremsfläche an den Radreifen

*) Organ 1905, S. 2.

Zusammenstellung.

Hinfahrt München—Augsburg.

Nr. des Versuches	Art der Bremse	Versuchszug Lokomotiven	Versuchszug Wagen	Spannung in der Bremsleitung at	Neigung der Versuchstrecke	Zuggeschwindigkeit km/St	Bremszeit Sek.	Bremsweg beobachtet m	Bremsweg umgerechnet für die wagerechte Strecke m	Mittlere Verzögerung in m/Sek.	Bemerkungen
1	Schnellbahnbremse . .	1	4	5	Gefälle 404:1	119	31,50	550	536	1,05	
2	einfache Schnellbremse .	„	„	„	Steigung 1:433	120	41,50	741	765	0,80	
3	„ „ .	„	„	„	„ 1:564	71,6	20,50	236	241	0,97	
4	Schnellbahnbremse . .	„	„	„	„ 1:396	71,5	15,50	165	169	1,28	
5	„ . .	„	„	„	„ 1:396	53	14,25	125	129	1,03	
6	„ . .	„	„	„	„ 1:323	36	8,75	54,5	56,5	1,14	
7	„ . .	„	„	„	Gefälle 299:1	129,5	33,25	622	602	1,08	
8	einfache Schnellbremse .	„	„	„	„ 388:1	131	50,00	988	951	0,73	Wetter schön, Wind schwach, Schienen trocken (für Nr. 2–14)
	Rückfahrt Augsburg—München.										
9	Schnellbahnbremse . .	1	6	5	Steigung 1:335	90,3	19,75	258	264	1,27	
10	einfache Schnellbremse .	„	„	„	„ 1:364	91,7	27,75	398	411	0,92	
11	„ „ .	„	„	„	Gefälle 294:1	100,1	33,75	530	507	0,83	
12	Schnellbahnbremse . .	„	„	„	„ 396:1	99	21,25	316	309	1,30	
13	„ . .	„	„	„	„ 433:1	109,5	27,25	446	436	1,12	
14	einfache Schnellbremse .	„	„	„	Steigung 1:785	109,7	35,50	598	608	0,86	

anlagen, wie dies auch deutlich aus den mit der Schnellbremse gewonnenen Bremswegen hervorgeht, die erheblich hinter den Ergebnissen früherer, unter gleichen Verhältnissen durchgeführter Versuche zurückblieben. Die Bremswege mit der Schnellbahnbremse sind durchweg, selbst bei geringeren Geschwindigkeiten, um etwa 30 bis 35 % kürzer ausgefallen als die mit der einfachen Schnellbremse. Die Anwendung der Schnellbahnbremse, deren Bauart aufserordentlich einfach und deren Handhabung sehr leicht ist, würde sonach schon bei den jetzt üblichen Schnellzug-Geschwindigkeiten nicht zu unterschätzende Vorteile bieten.

Da die Fahrzeuge des Versuchzuges des starken Sommerverkehres wegen nicht länger entbehrlich waren, konnten Versuchsfahrten mit eingeschliffenen Bremsklötzen im Juli nicht mehr ausgeführt werden. Es ist daher beabsichtigt, die Versuche im Herbste wieder aufzunehmen und dabei auch Vertretern anderer Bahnverwaltungen Gelegenheit zu geben, den Probefahrten beizuwohnen.

Vereins-Angelegenheiten.

Statistische Nachrichten von den Eisenbahnen des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen für das Rechnungsjahr 1903.

Aus dem Vereinsberichte für das Jahr 1903 teilen wir nachstehend die wichtigsten Endergebnisse mit, denen vergleichshalber die Ziffern der beiden Vorjahre beigefügt sind.

Das Rechnungsjahr liegt nicht gleich für alle Bahnen, es bezieht sich für 32 unter den 45 deutschen Eisenbahnen und für die Rumänische Staatseisenbahn auf die Zeit vom 1. April 1903 bis 31. März 1904 und für die Chimay-Bahn auf die Zeit vom 1. Oktober 1902 bis Ende September 1903. Bei allen übrigen Vereins-Bahnen stimmt das Rechnungsjahr mit dem Kalenderjahre überein.

Im ganzen gehörten dem Vereine 80 verschiedene Bahnbezirke an, wobei die einzelnen Verwaltungsbezirke der preufsischen Staatseisenbahnen gesondert gezählt sind.

Die Bahnlänge ergibt sich aus Zusammenstellung I.

Zusammenstellung I.

Jahr	Vollspurige Strecken Hauptbahnen	Vollspurige Strecken Nebenbahnen	Schmalspurige Strecken	Bahnlänge am Ende des Jahres	Von der Bahnlänge sind eingleisig	zweigleisig	dreigleisig	viergleisig
	Kilometer							
1903	60753	33163	1525	95442	71290	23922	54,0	174,9
1902	60430	31885	1488	93803	69918	23674	52,3	158,3
1901	59983	31090	1324	92397	68993	23229	52,3	123,5

Die Betriebslänge betrug am Ende der Jahre 1901, 1902 und 1903:

Jahr	Ueberhaupt	Davon dienen dem Personenverkehre	Davon dienen dem Güterverkehre
	Kilometer		
1903	96423	94926	96233
1902	94798	93381	94598
1901	93394	92010	93206

Die Gleislängen sind der Zusammenstellung II zu entnehmen:

Zusammenstellung II.

Jahr	Länge der durchgehenden Gleise	der übrigen Gleise einschliefslich der Weichenverbindungen	sämmtlicher Gleise
	Kilometer		
1903	118476	41253	159728
1902	116564	39807	156371
1901	114789	38628	153416

Bezüglich des Oberbaues geben die nachstehenden Zusammenstellungen III und IV Aufschluſs:

Zusammenstellung III.

Jahr	Von der Länge der durchgehenden Gleise bestehen aus			Von der Länge der durchgehenden Gleise auf Einzelunterlagen entfallen auf Gleise mit							
				Schienen (schwer für 1 m)							
	eisernen Schienen	Stahlschienen	Zusammen	bis einschl. 30 kg/m	über 30 bis einschl. 35 kg/m	über 35 bis einschl. 40 kg/m	über 40 bis einschl. 45 kg/m	über 45 kg/m	hölzernen Querschwellen	eisernen Querschwellen	Steinwürfeln u. s. w.
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
1903	4934	113364	118298	18685	62214	23303	11597	683	97765	18699	19
1902	5471	110825	116296	18122	62618	23756	9292	630	96082	18295	42
1901	6618	108017	114635	17986	62666	24176	6984	542	94455	17852	46

Zu den durchgehenden Gleisen wurden verwendet:

Zusammenstellung IV.

Jahr	Hölzerne Querschwellen		Eiserne Querschwellen		Steinwürfel	
	im ganzen	auf 1 km Gleis	im ganzen	auf 1 km Gleis	im ganzen	auf 1 km Gleis
1903	122440486	1252	24021576	1285	29055	1727
1902	119819806	1247	23230598	1270	67078	1679
1901	116989932	1239	22484818	1260	72559	1663

Die Neigungsverhältnisse sind aus Zusammenstellung V zu entnehmen.

Zusammenstellung V.

Jahr	Bahnlängen in wagerechten Strecken		Bahnlänge in Steigungen oder Gefällen					
					im Verhältnisse			
	überhaupt km	in % der Gesammtlänge	überhaupt km	in % der Gesammtlänge	bis 1 : 200 einschl. km	von 1 : 200 bis 1 : 100 einschl. km	von 1 : 100 bis 1 : 40 einschl. km	über 1 : 40 km
1903	29510	31,42	64414	68,58	37645	16709	9684	375
1902	28915	31,32	63407	68,68	37230	16418	9392	368
1901	28528	31,32	62553	68,68	36920	16132	9162	339

Die Krümmungsverhältnisse sind der Zusammenstellung VI zu entnehmen.

Zusammenstellung VI.

Jahr	Bahnlänge in geraden Strecken		Bahnlänge in gekrümmten Strecken					
	überhaupt km	in % der Gesammtlänge	überhaupt km	in % der Gesammtlänge	$R \geqq 1000$	$R \geqq 500 < 1000$	$R \geqq 300 < 500$	R>300m
					Kilometer			
1903	66834	71,16	27090	28,84	8294	8291	6635	3870
1902	65743	71,21	26580	28,79	8206	8134	6483	3757
1901	64926	71,28	26155	28,72	8152	8012	6337	3653

Der ganze Betrag des verwendeten Anlagekapitales ergibt sich aus Zusammenstellung VII.

Zusammenstellung VII.

am Ende des Jahres	im ganzen Mark	auf 1 km Bahnlänge Mark
1903	23 874 289 751	270433
1902	22 296 182 467	268387
1901	22 827 034 490	265816

Im Personenverkehre wurden geleistet:

Zusammenstellung VIII.

Jahr	Personenkilometer. Millionen						Verkehr auf 1 km. Reisende						Vom Verkehre für 1 km kommen in % auf				
	I	II	III	IV	Militär	Im ganzen	I	II	III	IV	Militär	Im ganzen	I	II	III	IV	Militär
1903	637,2	4437,6	17348,5	7732,2	1546,0	31701,5	7069	49233	192475	85786	17152	351715	2,01	14,0	54,7	24.4	4,9
1902	620,7	4277,1	16838,4	7044,6	1554,4	30335,3	6951	47898	188567	78889	17407	339712	2,05	14,1	55,5	23,2	5,1
1901	611,8	4267,9	16676,2	6683,1	1625,8	29864,9	6926	48312	188772	75652	18404	338066	2,05	14,3	55,8	22,4	5,4

Die entsprechenden Leistungen im Güterverkehre sind:

Zusammenstellung IX.

Jahr	Eil- u. Expreſsgut			Stückgut*)			Wagenladungen*)			Lebende Tiere			Im ganzen			Frachtfrei
	Kilometer-Tonnen	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Kilometer-Tonnen	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer
1903	513708624	5621	0,94	2797897173	30613	5,20	50759951167	555396	92,45	761023067	8327	1,41	54832580031	599957	100	4422609263
1902	482827928	5338	0,94	2698715834	29835	5,23	47682050617	527133	92,44	716283443	7919	1,39	51579877822	570225	100	4265959549
1901	441609198	4936	0,88	2615189631	29231	5,22	46382731662	518437	92,57	665492810	7439	1,33	50105023301	560043	100	4410492397

*) Einschlieſslich Militärgut und frachtpflichtigem Dienstgut.

Die Einnahmen aus dem Personenverkehre ausschlieſslich der Einnahmen für Beförderung von Gepäck und Hunden und ausschlieſslich der Nebeneinnahmen stellten sich in den drei Jahren 1901 bis 1903 wie folgt:

Zusammenstellung X.

Jahr	Gesammteinnahme	Einnahme auf 1 Personen-Kilometer						Von den Einnahmen für 1 km mittlerer Betriebslänge kommen % auf				
		I	II	III	IV	Militär	überhaupt	I	II	III	IV	Militär
	M.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.					
1903	831458029	6,71	4,30	2,50	1,90	1,12	2,62	5,15	22,94	52,20	17,65	2,06
1902	789099902	6,66	4,26	2,47	1,89	1,12	2,60	5,24	23,09	52,64	16,84	2.19
1901	783134981	6,75	4,29	2,48	1,90	1,16	2,62	5,27	23,37	52,71	16,26	2,39

Die Einnahmen aus dem Güterverkehre waren:

Zusammenstellung XI.

Jahr	Gesammteinnahme	Einnahmen für 1 Tonnen-Kilometer					Von der Einnahme für 1 km mittlerer Betriebslänge kommen % auf				
		Eil- und Expreſsgut	Stückgut*)	Wagenladungen*)	lebende Tiere	überhaupt	Eilgut	Stückgut*)	Wagenladungen*)	lebende Tiere	Nebeneinnahmen
	M.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.					
1903	2066330220	16,88	9,74	3,15	7,50	3.68	4,20	13,19	77,43	2,76	2,24
1902	1947268242	16,64	9,72	3,15	7,53	3,68	4,13	13,47	77,18	2,77	2,28
1901	1901635789	17,01	9,73	3,18	7,60	3,70	3,95	13,38	77,49	2,66	2,34

*) Einschlieſslich Militärgut und frachtpflichtigem Dienstgut.

Die Gesammteinnahme aus allen Quellen betrug

im Jahre 1903 . . . . 3 162 697 962 Mark;
« « 1902 . . . . 2 997 662 284 «
« « 1901 . . . . 2 938 999 475 «

Davon entfallen auf die Einnahmen:

	1903	1902	1901
aus dem Personenverkehre	27,61 %	27,63 %	27,91 %
« « Güterverkehre	65,90 «	65,51 «	65,15 «
« sonstigen Quellen	6,49 «	6,86 «	6,94 «

Die Gesammt-Ausgaben und die Ausgaben für jedes Kilometer mittlerer Betriebslänge betrugen:

Zusammenstellung XII.

Jahr	Persönliche Ausgaben		Sachliche Ausgaben		Gesammt-Ausgaben	
	Im ganzen	Für 1 km Betriebslänge	Im ganzen	Für 1 km Betriebslänge	Im ganzen	Für 1 km Betriebslänge
	M.	M.	M.	M.	M.	M.
1903	958001246	10056	1005285785	10552	1978509923	20608
1902	927028602	9869	979321342	10425	1920888653	20294
1901	918532027	9899	995719894	10731	1928423743	20628

Die Überschuſsergebnisse zeigt die Zusammenstellung XIII, in welcher die wirklichen Überschüsse und Minderbeträge besonders kenntlich gemacht, auch die Verhältnisse der Betriebsausgabe zur Gesammteinnahme in % angegeben sind:

Zusammenstellung XIII.

Jahr	Einnahme-Ueberschuſs		Betriebs-Ausgabe in % der Gesammteinnahme
	Im ganzen M.	Auf 1 km Betriebslänge M.	
1903	1184257559 — 69520	12912	37,44
1902	1076953797 — 180166	11872	35,92
1901	1010915790 — 340058	11266	34,39



Betriebsunfälle sind nach Ausweis der Zusammenstellung XIV vorgekommen:

Zusammenstellung XIV.

Jahr	Entgleisungen			Zusammenstöfse			Sonstige Unfälle			Im ganzen		
	Freie Bahn	Bahnhof	Im ganzen	Freie Bahn	Bahnhof	Im ganzen	Freie Bahn	Bahnhof	Im ganzen	Freie Bahn	Bahnhof	Im ganzen
1903	278	681	959	46	484	530	1303	2626	3929	1627	3791	5418
1902	290	793	1083	43	497	540	1347	2645	3992	1680	3935	5615
1901	322	770	1092	61	543	604	1409	2744	4153	1792	4057	5849

Über die vorgekommenen **Tötungen (t) und Verwundungen (v)** gibt die Zusammenstellung XV Auskunft:

Zusammenstellung XV.

Jahr	Reisende									
	unverschuldet		durch eigene Schuld		im ganzen					
					überhaupt		auf je 1000000 Personen-Kilometer		auf je 1000000 Personen-Wagenachs-Kilometer	
	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
1903	20	413	97	221	107	634	0,003	0,020	0,015	0,09
1902	11	375	98	234	109	609	0,004	0,020	0,016	0,09
1901	24	413	98	212	122	625	0,004	0,020	0,020	0.10

Jahr	Beamte								Dritte Personen							
	unverschuldet		durch eigene Schuld		im ganzen				unverschuldet		durch eigene Schuld		im ganzen			
					überhaupt		auf 1000000 Wagen-achs-Kilometer						überhaupt		auf 1000000 Wagen-achs-Kilometer	
	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
1903	34	378	649	1790	683	2168	0,02	0,07	6	46	546	475	552	521	0,02	0,02
1902	45	357	614	1767	659	2124	0,02	0,07	30	96	508	538	538	634	0,02	0,02
1901	49	387	661	1894	710	2281	0,02	0,08	21	107	528	485	549	592	0,02	0,02

Jahr	Im ganzen								
	unverschuldet			durch eigene Schuld			zusammen		
	t	v	zusammen auf 1000000 Achskilom.	t	v	zusammen auf 1000000 Achskilom.	t	v	zusammen auf 1000000 Achskilom.
1903	60	837	0,03	1292	2486	0,121	1352	3323	0,15
1902	86	828	0,03	1220	2539	0,126	1306	3367	0,16
1901	94	907	0,03	1287	2591	0,133	1381	3498	0,17

An **Achs-, Reifen- und Schienenbrüchen** fielen vor:

Zusammenstellung XVI.

Jahr	Achsbrüche		Reifenbrüche		Schienenbrüche						
					Anzahl						Zahl der Unfälle durch Schienenbrüche
	Anzahl	Zahl der Entgleisungen durch Achsbrüche	Anzahl	Zahl der Entgleisungen durch Reifenbrüche	bei eisernen Schienen	bei Stahlschienen	bei Stahlkopfschienen	im ganzen	davon auf eisernen Langschwellen	auf 1 km Betriebslänge	
1903	108	34	590	18	179	14426	525	15130	229	0,16	16
1902	117	32	750	19	475	14547	525	15547	283	0,17	5
1901	120	31	1368	22	240	16423	663	17326	435	0,19	10

Die vorstehenden Zifferangaben bilden nur einen kurzen Auszug aus dem Berichte, der für jeden der 80 Bahnbezirke die eingehendsten Einzelmitteilungen über Bau, Betrieb, Verwaltung, Zahl der Angestellten, Bestand und Leistungen der Fahrbetriebsmittel u. s. w. enthält.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Baufortschritt im Simplontunnel.*)

(Schweizerische Bauzeitung 1905, XLV, Mai, S. 248.)

In den Monaten Januar bis März 1905 sind auf der Nordseite nur der Firststollen und der Vollausbruch vorgetrieben und darin Fortschritte von 19 m und 49 m erzielt worden. Von der Südseite aus wurden der Rest von 191 m des Sohlenstollens, 72 m des zweiten Stollens und 334 m des Firststollens erbohrt. Die ganze Leistung betrug in der genannten Zeit nordseits 1954 cbm Aushub und 2049 cbm Mauerwerk, südseits 16908 cbm Aushub und 6403 cbm Mauerwerk. Die Tunnelverkleidung war Ende März auf eine Länge von 18775 m durchgeführt.

Im Tunnel waren durchschnittlich 1696, aufserhalb des

*) Organ 1895, S. 39; 1900, S. 59 und 70; 1903, S. 84; 1904, S. 236; 1905, S. 106.



Tunnels 625, im ganzen also 2321 Mann beschäftigt. Die gröfste Zahl der gleichzeitig im Tunnel beschäftigten Arbeiter belief sich auf der Nordseite auf 220, auf der Südseite auf 540.

Das Gestein im letzten Teile des Sohlenstollens bis zur Durchschlagstelle war nach wie vor körniger, glimmerführender Kalkschiefer, die Gesteinswärme wurde durch Messung bei km 9,2 der Südseite am 20. Januar zu 43,5° C., am 25. März zu 34,8° C. ermittelt.

Der Wasserandrang auf der Nordseite war infolge des Durchschlages auf 137 l/Sek. zurückgegangen, in welcher Menge noch das aus dem letzten Teile des nordseitigen zweiten Stollens gepumpte Wasser enthalten ist. Auf der Südseite erreichten die kalten Quellen ihren tiefsten Stand mit 603 l/Sek., nach Abzug der vor der Tunnelmitte zuströmenden 230 l/Sek. Bei km 9,349 stiefs man auf die gleiche Quelle, die vor Ort im Nordstollen die Arbeit zum Stillstande gebracht hatte, wodurch der Wasserstand im Nordstollen schon einen Tag vor dem Durchschlage stark zurückging. Einschliefslich der heifsen Quellen vor Ort, deren Ergiebigkeit von 133 auf 230 l/Sek. gestiegen war, flossen aus dem Südmunde 875 bis 833 l/Sek. Wasser aus.

Zur Lüftung und Kühlung wurden auf der Nordseite durchschnittlich 2967000 cbm, auf der Südseite 2814050 cbm Luft innerhalb 24 Stunden eingeprefst. —k.

Maschinen- und Wagenwesen.

Lokomotivrahmen.

(Master Mechanics' Association, Juni 1904.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 36 und 37 auf Tafel LVII.

Eine Rundfrage bei den amerikanischen Bahnen über die Bevorzugung von gegossenen oder geschmiedeten Rahmen ergab, dafs

18 Bahnen mit 11512 Lokomotiven gegossene

15 « « 5613 « geschmiedete

Rahmen empfahlen.

Als Baustoff wird für die gegossenen Rahmen ein saurer Siemens-Martinstahl von 52,7 kg/qmm Festigkeit und 15 % Dehnung auf 51 mm vorgeschrieben. Die chemischen Beimengungen sollen 0,20 bis 0,35 % Kohlenstoff enthalten und 0,06 % Schwefel, 0,6 % Phosphor und 0,70 % Mangan nicht überschreiten.

Die Herstellung erfolgt bisher meist derart, dafs der Rahmen schräg liegend eingeformt wird und der Eingufs am hintern tiefern Ende erfolgt. Dies hat den Nachteil, dafs Schmutz und Gase nach dem höher liegenden vordern Rahmenende getrieben werden, und sich grade dort, wo die stärksten Rahmenbeanspruchungen auftreten, am leichtesten schwammige Stellen bilden. Eine umgekehrte Giefsweise erscheint deshalb empfehlenswert. Besondere Sorgfalt mufs auf sachgemäfses Ausglühen gelegt werden.

Die Herstellungskosten sollen sich bei gegossenen Rahmen um 45 % niedriger stellen, als bei geschmiedeten, und zwar verteilen sie sich auf das Formen und Giefsen oder Schmieden und auf die maschinelle Bearbeitung etwa wie folgt:

der Rahmen	Kosten für Schmieden oder Formen und Giefsen	Kosten für Bearbeitung
geschmiedet . . .	1,0	0,136
gegossen	0,432	0,194

Rahmenbrüche, die übrigens in Amerika häufig vorkommen, treten meist zwischen dem Zylinder und dem ersten Achsbuchsausschnitte auf. Berechnungen zeigen, dafs selbst bei den höchsten Kessellagen die Beanspruchung des Rahmens durch die lebendige Kraft des Kessels bei der Beschleunigung oder Verzögerung der Lokomotive während des Anfahrens oder Bremsens bei den üblichen Bauarten höchstens etwa 4 kg/qmm betragen kann, beim Durchfahren einer Krümmung von 110 m Halbmesser mit 48 km/St Geschwindigkeit könnte sich eine Beanspruchung bis etwa 5,6 kg/qmm ergeben. Dagegen können Wasserschläge im Zylinder rechnungsmäfsig leicht zu Rahmenbrüchen führen, und dürften auch meist deren Ursache sein, namentlich bei Lokomotiven mit Kolbenschiebern; die an den Zylindern vorgesehenen Sicherheitsventile wirken erfahrungsmäfsig nicht vollkommen sicher und schnell genug. Ob die Rahmen am Zylinder zweckmäfsig ein- oder zweibarrig auszuführen sind, darüber sind die Ansichten geteilt. Die erstere Ausführung wird augenblicklich bevorzugt. Abb. 36 und 37, Taf. LVII zeigen eine häufig gewählte Ausführungsform des Rahmens von 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven. Hinten ist dieser Rahmen zur Aufnahme der Laufachse und bequemen Auflagerung der Tenderbüchse als doppelter Plattenrahmen ausgeführt.

Geschweifste Barrenrahmen hat neuerdings die bayerische Staatsbahn in gröfserm Umfange versucht und zwar an 10 2/5 gekuppelten Schnellzug- und 13 2/5 gekuppelten Personenzug-Lokomotiven*), ferner die Pfälzische Bahn und die Herforder Kleinbahn. Stahlformgufsrahmen sind abgesehen von einigen kleinen Versuchen in Deutschland nur von der sächsischen Maschinenfabrik vormals R. Hartmann in Chemnitz bei 20 für die kanadische Pacificbahn gebauten 3/5 gekuppelten Personenzug-Lokomotiven**) verwendet.

Einen aus Platten hinten und Barren vorn zusammengesetzten Rahmen haben die vierzylindrigen 2/4 und 2/5 gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven der hannoverschen Bauart der preufsischen Staatsbahnen, der vordere Barrenrahmen ermöglicht die Anfertigung der vier in einer Ebene liegenden Zylinder aus nur zwei Gufsstücken. Die Verbindung der Barren- und Plattenrahmen bot keine Schwierigkeiten, insbesondere hat sie sich bei den 112 derartigen Lokomotiven durchaus bewährt; eine Lockerung der Verbindung ist bei keiner der teilweise bereits

*) Organ 1905. S. 69.

**) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1903, S. 1355.



seit über 4 Jahren im Betriebe befindlichen Lokomotiven eingetreten.

Englische Fabriken haben in den letzten Jahren mehrfach Barrenrahmen bei Lokomotiven der Südafrikanischen Bahnen ausgeführt. Die Herstellung dieser Rahmen erfolgte jedoch ausnahmslos durch Ausarbeiten entsprechend dicker Platten.

M—n.

Gewalzte stählerne Eisenbahn-Wagenräder.

(Nach einem Vortrage von Samuel Vauclain, Betriebsleiter der Baldwin-Lokomotivwerke.)

Hierzu Zeichnung Abb. 9 auf Tafel LVIII.

Die Forderungen in Beziehung auf die Räder für Eisenbahnwagen sind in den letzten Jahren schnell gestiegen, weil die Lasten sich von 50 bis 500 % vergröfserten, die Räder aber die alten blieben. Die Hartgufsräder sind den Ansprüchen gerecht geworden, aber die Sprödigkeit der Flanschen, die Unfähigkeit, der durch die Reibung der Bremsklötze entstehenden Erwärmung zu folgen und die beim Giefsen entstehenden innern Spannungen machen die Herstellung eines neuen Rades nötig, das diese Mängel nicht besitzt.

Man hat Räder aus Stahl mit Naben aus Gufseisen, Stahlgufs und Schweifseisen hergestellt, mit Speichen und auch mit Scheiben zwischen der Nabe und dem Reifen. Aber auch diese Räder zeigen oft Blasen auf den Reifen.

Ein aus kohlereichem Stahle gewalztes Rad mufs so billig sein, dafs es mit den gufseisernen Rädern, und so gut, dafs es mit den teueren, mit stählernen Reifen versehenen Rädern in Wettbewerb treten kann.

Die Herstellung solcher Räder ist einfach. Man schneidet einen Barren in gleich schwere Stücke, von denen jedes dem Inhalte eines Rades entspricht, der obere lockere Teil des Barrens bleibt unverwendet. Jeder dieser gleichen Teile wird unter einer Wasserpresse von 5000 t fast in die richtige Form geprefst. Das Arbeitstück wird dann rasch unter sehr hohem Drucke gewalzt. Die Art des Angriffes der Walzen ist in Abb. 9, Taf. LVIII, dargestellt. Wenn die Scheibe zwischen der Nabe und dem Reifen Ringwulste bilden mufs, wird sie unter der Wasserpresse in die erwünschte Form geprefst.

Die Beschaffenheit des Rades wird durch genaue Prüfungen von geätzten Querschnitten, durch mechanische und chemische Versuche ermittelt. Die letzten bewiesen grofse Gleichmäfsigkeit. Solche Räder haben unter anderen auch schweren Stofsversuchen widerstanden.

Eine der schwersten Proben, der die Hartgufsräder ausgesetzt werden können, besteht darin, dafs man auf die Lauffläche des Reifens einen Ring geschmolzenen Eisens von 38 mm Stärke und 100 mm Breite giefst; hierbei zeigen sich innerhalb zweier Minuten keine Risse. Dieser Versuch hat den Zweck, die Widerstandsfähigkeit des Rades gegen die durch das Bremsen entwickelte Wärme zu prüfen. Mehrere der gewalzten Räder haben dieser Probe erfolgreich widerstanden.

Der Wert dieser Räder im Vergleiche zu den aus dem besten Hartgusse auf die beste Weise hergestellten, folgt aus der folgenden Zusammenstellung, für die die Unkosten der beiden Räder für eine Fahrt von 16000 km berechnet sind.

	Hartgufs- Räder M	Gewalzte Räder M
Preis für das Paar	75,60	226,00
Unkosten für viermaliges Abdrehen	3,35	10,10
Unkosten für viermaliges Entfernen und Zurücksetzen	2,60	9,65
Im ganzen	81,55	245,75
Ab Altwert	24,40	36,7
Kosten	57,15	209,05
Fahrleistung in 10000 km	12,9	56,2
Kosten für 10000 km Fahrt	4,45	3,72

Die neuen Räder eignen sich für Lokomotiven und Tender, wo jetzt nur Räder mit stählernen Reifen verwendet werden, für Personenwagen, wo die Sicherheit die Hauptsache ist, für die schwersten Güterwagen, wo sich die gufseisernen Räder als untauglich erwiesen haben. Sie sind auch für leichtere Dienste geeignet und können vorteilhaft für Strafsenbahnwagen verwendet werden.

G—w.

Prüfung von Lokomotiven auf dem Versuchstande in St. Louis.*)

(Railroad Gazette 1905, S. 322. Mit Abb.)

Hierzu Schaulinien Abb. 2 bis 8 auf Tafel LVIII.

Die Absicht, zwölf verschiedene Lokomotiven zu prüfen, konnte nicht ausgeführt werden, da verschiedene Schwierigkeiten zu Beginn der Versuche erhebliche Zeitverluste mit sich brachten. Auch konnten keine Anfahrversuche angestellt werden, weil das Gleiten der Triebräder flache Stellen auf den Tragrollen verursachte.

Zeitverluste entstanden hauptsächlich durch Heifslaufen der Lager für die Tragrollenwellen, durch flache Stellen auf den Tragrollen, durch Schwankungen des Wasserdruckes und durch die Notwendigkeit, durch Versuche, das bestgeeignete Öl für die Reibungsbremsen zu bestimmen. Die Kettenschmierung der Lager wurde durch Ölgefäfse und Filzstreifen in den Lagerdeckeln ersetzt.

Bei hohen Geschwindigkeiten bewirkte das Zucken der Lokomotiven eine Umkehrung der Kraftrichtung an der Tenderkuppelung. Durch Einbau von Ölbremsen zwischen der Lokomotive und dem Gehäuse des Zugkraftmessers wurde dieser Mifsstand beseitigt.

An den Bremsen wurde zuerst Maschinenschmieröl benutzt, dann zu gleichen Teilen Maschinen- und Zylinder-Öl, dann nur Zylinderöl, schliefslich 12,5 % Rizinusöl und 87,5 % Zylinderöl. Die von den Bremsen aufgezehrte Arbeit ist um so gröfser, je dickflüssiger das Öl ist. Zähes Öl erlaubt also, den Wasserdruck auf die Bremsen niedriger zu halten.

Das Wasser für die Versuche wurde aus den städtischen Leitungen entnommen. Starke Schwankungen im Wasserdrucke, die sich an den Bremsen fühlbar machten, störten zuweilen

*) Organ 1904, S. 94; 1905, S. 130 und 162.

die Versuche. Das Kesselspeisewasser für die Lokomotiven wurde vor der Verwendung gereinigt.

Viel Mühe und Zeit wurde darauf verwandt, einen bituminösen Heizstoff mit hohem Gehalte an festem Kohlenstoffe, geringem Aschengehalte, geringer Rauchentwickelung und geringer Neigung zum Sintern ausfindig zu machen. Die ausgesuchte Kohle war sehr gut, aber leicht zerreiblich, sodafs bei starkem Zuge eine grofse Menge feiner Teilchen mitgerissen wurde.

Bei den Versuchen liefs man die Lokomotive erst 10 oder 15 Minuten laufen, bevor Ablesungen gemacht wurden. Fünf Minuten vor Beginn der Versuche wurden vier Klingelzeichen gegeben, 15 Sekunden vor jeder Ablesung zwei Klingelzeichen, im Augenblicke der Ablesung ein Klingelzeichen. Bei Beginn der Ablesungen wurde auf ein Zeichen ein abgewogener Kasten mit Kohlen am Heizerstande ausgeleert; der Wasserstand im Kessel und im Speisewasserbehälter wurde aufgezeichnet; von da ab wurde Kohle und Wasser sorgfältig gewogen; nach Beendigung des Versuches wurden die Wasserstände auf dieselbe Höhe gebracht wie zu Anfang.

Nach Beendigung des Versuches wurden die Ablesungen von den Beobachtern geprüft und den Rechnern übergeben. Die wichtigsten Angaben wurden während der Versuche auf fortlaufende Papierstreifen aufgezeichnet, sodafs Unregelmäfsigkeiten oder Widersprüche sofort bemerkt werden konnten.

Bei den Versuchen waren durchschnittlich 35 Personen beschäftigt. Die erste untersuchte Lokomotive war eine schwere Güterzug-Lokomotive der Pennsylvania-Bahn, von sogen. »consolidation« Bauart (2—8—0), mit folgenden Abmessungen:

Dampfzylinder	Durchmesser Hochdruck d	559 mm
	Kolbenhub l	712 «
Triebraddurchmesser D		1422 «
Heizfläche innere H		231 qm
Rostfläche R		4,6 qm
Dampfüberdruck p		14,35 at
Heizrohre	Länge	4180 mm
	Durchmesser äufserer	51 «
	Anzahl	373
Mittlerer Kesseldurchmesser		1828 mm
Gewicht leer		77,8 t
« im Dienst:	Triebachslast L_1	78,6 t
« « «	im ganzen L	88,1 «
Inhalt des Tenders:	Wasserbehälter	26,5 cbm
« « «	Kohlenraum	12,2 t
Verhältnis H : R		50
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : L		2,6 qm
Zugkraft $Z = \frac{d^2 . l}{D} 0,6 p$		13400 kg
Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z : H		58 «
Zugkraft für 1 t Dienstgewicht Z : L		152 «
Zugkraft für 1 t Triebachslast $Z : L_1$		171 «

Die Ergebnisse der Versuche sind in der Quelle teils in Listen, teils in Schaubildern dargestellt, die Abb. 2 bis 8, Taf. LVIII, zeigen einige der letzteren; die Zahlen sind in metrische Einheiten umgerechnet.

Abb. 2, Taf. LVIII, zeigt, welcher Teil des Luftzuges auf die einzelnen Widerstände entfällt, welche die Luft auf dem Wege vom Aschkasten zur Rauchkammer überwinden mufs. Offenbar sind die Öffnungen im Aschkasten dieser Lokomotive zu eng. Nicht einmal 20 % der Blasrohrwirkung werden für die Feueranfachung nutzbar.

Abb. 3, Taf. LVIII, zeigt, dafs die Wärmestufe in der Rauchkammer mit zunehmender Beanspruchung des Rostes langsamer zunimmt als die in der Feuerkiste.

Abb. 4, Taf. LVIII, stellt den Zusammenhang zwischen stündlich auf 1 qm Rostfläche verbrannter Kohlenmenge und stündlich auf 1 qm Heizfläche erzeugtem Dampfe dar, Abb. 5, Taf. LVIII, den Zusammenhang zwischen stündlich auf 1 qm Heizfläche erzeugtem Dampfe und dem mit 1 kg Kohle erzielten Dampfgewichte.

Die Maschinenreibung scheint sich für eine bestimmte Geschwindigkeit gleich zu bleiben. Die Mittelwerte aus mehreren Versuchen bei derselben Geschwindigkeit sind folgende:

Triebrad-umdrehungen in der Minute	V km/St.	Maschinenreibung berechnet	
		in P.S.	als mittlerer Druck auf den Kolben in at
40	10,6	84,2	1,36
80	21,2	134,3	1,05
120	31,8	189,8	1,03
160	42,4	227,4	0,93

Wie zu erwarten, nehmen die Zahlen, welche die Reibung als mittlern Druck auf den Kolben angeben, mit wachsender Geschwindigkeit ab.

Der Wirkungsgrad der Maschine wächst bei einer bestimmten Geschwindigkeit mit zunehmender Füllung entsprechend dem Umstande, dafs sich die ganze Maschinenreibung bei verschiedenen Füllungen nicht ändert.

Abb. 6 bis 8, Taf. LVIII, sind durch die Beschreibung verständlich. Sucht man für jede Geschwindigkeit die Zylinderfüllung, für welche die Zahl der Dampfpferdestärken (Abb. 7, Taf. LVIII) multipliziert mit dem Dampfverbrauche für eine Dampfpferdestärke (Abb. 6, Taf. LVIII) als Produkt die gröfste Verdampfungsfähigkeit des Kessels ergibt, so hat man für jede Geschwindigkeit die gröfste Maschinenleistung bestimmt. Die hieraus berechnete Zugkraft ist in Abb. 8, Taf. LVIII, dargestellt.

Die Versuche mit den übrigen Lokomotiven werden in einer weiteren Bearbeitung bekannt gegeben werden. P—g.

Versuche mit Lokomotiven, Bauart Shay, auf der Chesapeake und Ohio Bahn.

(Railroad Gazette 1905, S. 647, mit Abb.)

Die Eigenart der genannten Lokomotive besteht darin, dafs eine stehende dreizylindrige Dampfmaschine auf der rechten Seite der Lokomotive eine Welle treibt, die an Lokomotive und Tender entlang läuft und alle Achsen einschliefslich der Tenderachsen mit Kugelrändern antreibt. Die Welle hat Gelenke für die Einstellung der Achsen in Krümmungen.

Die Lokomotive ist für schwere Züge, starke Steigungen und starke Krümmungen, aber nur für geringe Geschwindigkeit geeignet.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinder-Durchmesser	432 mm
Kolbenhub	457 «
Raddurchmesser	1168 «
Heizfläche, innere	198 qm
Rostfläche	3,95 «
Dampfüberdruck	14 at
Dienstgewicht, Lokomotiven und Tender zusammen	150 t

Die Ergebnisse der Versuche sind in einer Liste zusammengestellt. P—g.

Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven auf amerikanischen Bahnen.

(Railr. Gaz. 1905, S. 524. Mit Abb.)

F. J. Cole, der maschinentechnische Leiter der American Locomotive Co. Schenectady gibt einen Überblick über die Entwickelung des amerikanischen Lokomotivbaues, besonders hinsichtlich der Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven.

Lange Jahre wurden die Personenzüge und der gröfste Teil der Güterzüge von $^2/_4$ gekuppelten Lokomotiven, der American-Bauart, gefahren. Bei diesen lag die obere Grenze für das Lokomotivgewicht etwa bei 59 t, nur ausnahmsweise wurden Lokomotiven mit 69 t Gewicht gebaut.

Ungefähr 1895 wurden $^2/_5$ gekuppelte Lokomotiven der Atlantic-Bauart eingeführt. Das Gewicht dieser Lokomotiven wuchs von 68 bis auf 86 t; die gröfste zulässige Triebachslast beträgt 47,2 t; nur auf wenig Strecken verträgt das Gleis eine gröfsere Triebachslast. Bei der Vierzylinder-Verbund-Bauart läfst sich aber die Triebachslast auf 50 bis 52,6 t steigern. Im Laufe des letzten Jahres ist eine gröfsere Anzahl derartiger Lokomotiven für den schweren Schnellzugdienst gebaut.

Die erste amerikanische Vierzylinder-Lokomotive ohne Verbundwirkung wurde 1881 von Shaw gebaut. Alle in einer Ebene nebeneinander liegenden Zylinder lagen aufserhalb des Rahmens und arbeiteten auf dieselbe Achse. In den folgenden Jahren nahmen Cumming, Strong und Bulla Patente auf Vierzylinder-Lokomotiven. 1896 baute Strong eine $^2/_5$ gekuppelte Zwillings-Lokomotive in eine Vierzylinder-Verbund-Lokomotive um; es war die erste Lokomotive dieser Art auf amerikanischen Bahnen. Alle Zylinder arbeiteten auf dieselbe Achse. Dafs die Lokomotive nicht nachgebaut wurde, lag teils an einigen absonderlichen Einzelheiten, teils daran, dafs sie als umgebaute Zwillings-Lokomotive weniger befriedigte.

1902 bauten die Baldwin Werke zwei Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven, eine $^3/_5$ gekuppelte*) und eine $^2/_5$ gekuppelte für die Santa Fe Bahn,**) beide nach Bauart Vauclain, die sich von der von Borries'schen nur dadurch unterscheidet, dafs für jedes Zylinderpaar nur ein Schieber vorhanden ist. Die von demselben Werke im Herbste 1904 gebaute $^2/_5$ gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Lokomotive für die Chicago, Burlington und Quincy Bahn*) ist der Bauart de Glehn nachgebildet, während die 1905 gebaute $^3/_5$ gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Lokomotive die Bauart Vauclain zeigt.

*) Organ 1903, S. 25.
**) Organ 1904, S. 237.

Die American Locomotive Co. trat 1904 mit einer Vierzylinder-Verbund-Lokomotive der Bauart Cole für die New York Central Bahn**) hervor, diese ist der Bauart de Glehn nachgebildet mit der Abänderung, dafs die innen liegenden Hochdruckzylinder die erste, die aufsen liegenden Niederdruckzylinder die zweite Triebachse antreiben. Die Prüfung dieser Lokomotive auf dem Versuchstande in St. Louis lieferte folgende Ergebnisse:

Füllung %	Geschwindigkeit km/St.	Zugkraft kg	Dampfpferdestärke P. S.
40	121	2370	1336
40	106	3079	1369
50	92	4443	1630
50	92	4489	1641

Zur Zeit stellt die American Locomotive Co. Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven für die New York Central, Erie und Pennsylvania Bahn her. Die Abbildungen dieser »Pacific«, »Prairie«, »12-wheel« und »10-wheel« Lokomotiven zeigen mit einer Ausnahme der Bauart von Borries die Bauart Cole.

Man sieht also, dafs die Vierzylinder-Verbund-Lokomotive mit Kraft und Massenausgleich in Amerika Fortschritte macht. Im allgemeinen bemüht man sich dort, die Lokomotiven so einfach wie möglich zu bauen und nur da, wo unbedingt nötig, von der Bauart der Zwillingslokomotiven abzuweichen. Man steuert beide Zylinder einer Seite mit einem Kolbenschieber, verzichtet also auf die Vorteile gröfserer Füllungen in den Niederdruckzylindern zu Gunsten der Einfachheit. P. g.

Vierzylindrige Verbund-Lokomotive, Bauart Cole, für die New-York Zentral-Bahn.***)

Nach neuerer Feststellung beträgt

Die Heizfläche H . . 293 qm. Es ist deshalb:

Verhältnis H : R . . 63,

Heizfläche für 1 t Dienstgewicht, H : L . 3,2 qm/t,

Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z : H . . . 29 kg/qm.

Sechsachsige Mallet-Lokomotive für die Baltimore- und Ohio-Bahn.†)

Die Heizfläche H ist nicht 440, sondern 475 qm.

Daher ist zu ändern:

das Verhältnis H : R . . in 71,

die Heizfläche für 1 t Dienstgewicht $H : G_1$ in 3,1 qm/t,

die Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z : H in 59 kg/qm.

*) Organ 1904, S. 277.
**) Organ 1905, S. 84.
***) Organ 1905, S. 84.
†) Organ 1905, S. 135.



Hochbahnen.

Vorschläge zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Hochbahn in Chicago.

(Railroad Gazette 1905, S. 298. Mit Abb.)

B. J. Arnold hat dem städtischen Verkehrsausschusse von Chicago Vorschläge zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Hochbahnschleife unterbreitet. Diese ist zur Zeit eine zweigleisige 3,2 km lange Ringbahn und dient zur Verbindung von sieben Hochbahnlinien, die nach Chicago hineinführen. Auf der Schleife verkehren täglich 1600 Züge mit zusammen 5000 Wagen. Besonders verkehrsreich ist morgens und abends eine Zeit von 1,5 Stunden, die gröfste Inanspruchnahme dauert beide Male 30 Minuten. Die Leistungsfähigkeit ist begrenzt durch die Zahl der Züge, die an den Einmündungstellen der einzelnen Linien verkehren können. Die Züge, die von den südlichen und südwestlichen Anschlufsstrecken kommen, verkehren auf dem innern Gleise des Rings; sie kreuzen das äufsere, auf dem die von den nördlichen und nordwestlichen Anschlufsstrecken kommenden Züge laufen. Die Gleisanlage ist derart, dafs ein von einer Anschlufsstrecke nach dem innern Ringgleise fahrender Zug gleichzeitig mit einem umgekehrt fahrenden Zuge verkehren kann, sodafs also das äufsere Ringgleis nur für kurze Zeit gesperrt ist.

Noch mehr als durch diese Kreuzungstellen wird die Zahl der Ringbahnzüge durch die geringe Länge der Bahnsteige beschränkt. Diese müfsten so verlängert werden, dafs gleichzeitig zwei Züge von 5 bis 6 Wagen aufgestellt werden können.

Am leichtesten liefse sich die Leistungsfähigkeit steigern, wenn die Verwaltung der Ringbahn und der Anschlufsstrecken in einer Hand vereinigt würden; nach Vornahme geringer Änderungen an der Gleisanlage würden die Gleise der Ringbahn Teilstrecken der durchgehenden Nord-, Süd- und Weststrecken werden.

Von drei Entwürfen wird besonders derjenige empfohlen, der Durchgangsverkehr mit den Anschlufsstrecken, Überführungen statt der Kreuzungen, Verlängerung der Bahnsteige und Ausgestaltung von Endbahnhöfen vorschlägt. Dieser Entwurf verursacht allerdings erheblich gröfsere Kosten als die beiden andern. P—g.

Technische Litteratur.

Betriebskosten der Verschiebebahnhöfe. Berlin 1904. Dissertation von M. Oder.

Die verschiedenen Möglichkeiten der Ausgestaltung der Verschiebebahnhöfe haben schon eine vielseitige Behandlung in der Fachlitteratur erfahren. Mit dem zunehmenden Verkehre, der an die Bahnhofsanlagen und die Wagenausnutzung immer schärfere Anforderungen stellte, mufste die Wichtigkeit einer leistungsfähigen, sicher und nicht zu kostspielig arbeitenden, auch in der Anlage nicht zu teuern Verschiebeanlage in die Augen springen. Die Oder'sche Arbeit, ein beachtenswertes Beispiel wissenschaftlicher Behandlung einer betriebstechnischen Frage, fufst auf den Blum'schen Untersuchungen über Verschiebebahnhöfe.*) Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in einer genauen Ermittelung der Betriebskosten, die bei der grofsen Verschiedenheit der im Betriebe befindlichen Bahnhofsanlagen auf akademischem Wege unter Zugrundelegung von bestimmten Betriebsverhältnissen unter Annahme von vier Gleisanordnungen für Eselsrücken- und Schwerkrafts-Betrieb bis ins einzelne festgestellt sind. Die Ergebnisse sind für verschiedene Betriebsfälle in Listen und bildlich übersichtlich zusammengestellt und zum Schlusse sind die vier zu Grunde gelegten Bahnhofsanordnungen hinsichtlich der Betriebskosten und der Beschleunigung des Wagenumlaufes miteinander verglichen. Mit Recht bemerkt der Verfasser, dafs die für den Betrieb sparsamste Lösung im Einzelfalle auf dem Wege der Vergleichsrechnung unter Berücksichtigung der örtlichen sowie der Betriebs-Verhältnisse auf den anschliefsenden Strecken ermittelt werden mufs. Denn auch die Leistungsfähigkeit der Strecke mufs mit der des Bahnhofes gleichen Schritt halten. Der Wunsch des Verfassers nach einer eingehenderen Behandlung dieser für sparsame Ausgestaltung des Betriebes hochwichtigen Fragen von seiten der im Betriebe stehenden Techniker*) und der Verwaltungen erscheint beachtenswert. W—e.

*) Vergl. Organ 1900, S. 146.

*) Vergl. beispielsweise die Mitteilung von J. Hansen über die bildliche Darstellung der Wagen besonders. Zentralbl. des Bauwesens 1905, S. 308.

Die Gründung der Grofsherzoglich Badischen Staatseisenbahnen. Beitrag zur Geschichte der badischen Eisenbahnpolitik. Von Dr. E. Kech. Karlsruhe, 1905, G. Braun. Preis 3,60 M.

Die Schrift bringt ein Bild eines Beispieles weitsichtiger Eisenbahnpolitik, das die badischen Staatsbahnen wohl in den Augen aller eisenbahntechnischen und volkswirtschaftlichen Fachkreise bilden. Es ist hocherfreulich, heute die Erwägungen nachzulesen, die zu der Durchführung des im Vergleiche zur Gröfse und Leistungsfähigkeit des langgestreckten Landes grofsartigen Werkes und zwar von vornherein als Staatsbahn geführt haben. Auch bei der reifen Erfahrung, die wir heute besitzen, kann man den vollen Inhalt aller zu Grunde liegenden Ausarbeitungen, Berichte, Bestimmungen und Gesetze als richtig anerkennen. Aber grade diese Bestätigung der Richtigkeit des eingeschlagenen und nun zurückgelegten Weges wirkt besonders klärend und festigend auf das Urteil über eisenbahnpolitische Verhältnisse. Viele bekannte hoch verdiente Namen treten uns hier nochmals entgegen, und die Beziehungen der Lage des Landes zur nationalen Politik wirken zum Teil in dieser abgeklärten Darlegung in hohem Mafse erfrischend.

Wir können das Buch seines lehrreichen und zugleich höchst anregenden Inhaltes wegen dringend empfehlen.



Aus Natur und Geisteswelt. Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens, 60. Bändchen.

Die Erbauung einer elektrischen Bahn auf die Zugspitze. Von Wolfgang Adolf Müller, Ingenieur. Berlin-Charlottenburg, Verlag der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen.

Die Schrift enthält alle Unterlagen für eine elektrisch zu betreibende Bahn von Garmisch auf die Zugspitze, die von einem über dem Eibsee anzulegenden Bergbahnhofe aus Zahnbahn wird, um schwere Züge befördern zu können. Die mafsgebende Steigung ist 500 $^{0}/_{00}$, deshalb ist eine liegende Doppelleiterstange, wie am Pilatus, aber mit sehr kräftiger Ausbildung angenommen. Als Arbeitsübertragung ist Gleichstrom angenommen, und zwar hauptsächlich wegen der einfachern Verwendung der durch die Talfahrt gewonnenen Arbeit für die kreuzende Bergfahrt. Das ist besonders wichtig, weil Kostenvoranschläge ergeben haben, dafs Wasserkraft-Gewinnung bei der örtlichen Beschaffenheit der Umgebung gegenüber Dampfbetrieb für die Stromerzeugung zu teuer wird.

Der Wagenbau nutzt die starke Neigung des Querhanges aus, um an der Talseite die Triebmaschinen, Übersetzungen und Zahnräder bequem unter den Wagenboden legen und diesen an der Bergseite doch dicht über dem Gelände halten zu können. Für die Stromzuführung ist eine kräftige, gedeckte dritte Schiene vorgesehen.

Es handelt sich um einen sehr beachtenswerten, knapp und klar dargestellten Entwurf, der auch Uneingeweihten einen leichten Einblick in die Verhältnisse eröffnet, weshalb wir auf die Veröffentlichung besonders hinweisen.

Verhütung des Schornsteinrauches und unbedingte Kostenersparnis. Herausgegeben von Raimund Herrmann, Magdeburg 1905, Creutz. Preis 1 M.

Die kleine Schrift behandelt hauptsächlich die vom Verfasser angegebenen Vorrichtungen zur Verhütung des Rauchens bei den verschiedenen Feuerungen.

Archiv für bürgerliches Recht. Herausgegeben von Dr. J. Kohler, o. Prof. der Univ. Berlin, V. Ring, Kammergerichtsrat in Berlin, Dr. P. Oertmann, o. Prof. der Univ. Berlin. Berlin, C. Heymann.

Das Strafsenbillet. Von Referendar Walther Seelmann in Charlottenburg. Sonderdruck, Band XXV, Heft 2.

Die 36 Oktavseiten umfassende Schrift behandelt die rechtliche Bedeutung der Strafsenbahn-Fahrscheine und erläutert damit eine für den öffentlichen Verkehr namentlich der Grofsstädte aufserordentlich bedeutungsvollen Punkt, der nur wenigen Fahrgästen in seiner ganzen Bedeutung klar ist, obwohl sich jeder mit der Erwerbung des Fahrscheines ganz bestimmten Rechtsverhältnissen unterwirft. Es empfiehlt sich nicht blos für Betriebsbeamte, von dem Inhalte dieser Schrift von allgemeiner Bedeutung eingehend Kenntnis zu nehmen.

Resistenza dei materiali e stabilità delle costruzioni ad uso degli ingegneri, capomastri, costruttori, ecc. Edizione completamente rinnovata del manuale del defunto Pietro Gallizia. Ing. Dr. Sandrinelli. Mailand 1905, Hoepli. Preis 5,50 l.

Das Buch enthält eine kurz gefafste Festigkeitslehre und Statik mit besonderer Bezugnahme auf die Bedürfnisse des Bauingenieurs nebst den Listen der wichtigsten Querschnitte und ihrer Momente. Von den Arbeitsgesetzen ist namentlich bezüglich der Einspannungen und Verstrebungen ausgiebiger Gebrauch gemacht; an sonstigen Gegenständen sind sich überkreuzende Träger, steife Fahrbahnträger-Anschlüsse, Rollenpressungen, Ringe, Kettenglieder, Rohre als behandelt aufzuführen. Besonders werden auch für auf Rollen, Kämpfergelenke und eingespannt gelagerte Bogen verschiedener Belastungsarten eingehende Formeln, namentlich für Kreisform entwickelt.

Im Gegensatze zu unseren neueren Werken überwiegt die Rechnung die Zeichnung durchaus, zeichnende Verfahren kommen nicht zur Geltung, was sich namentlich bezüglich der Gewölbe und aller Einflufslinien als unbequem fühlbar macht. Es sind aber in dem Buche viele beachtenswerte und lehrreiche Betrachtungen enthalten, die ersichtlich auf dem Einflusse Castiglianos und Bettis fufsen.

Wenn auch nach der bezeichneten Richtung Erweiterungen erwünscht wären, so bietet doch das Gebotene eine Fülle des Nützlichen und Lehrreichen, und wir können nur empfehlen, der arithmetischen Behandlungsweise des Buches alle Beachtung zu schenken.

Denkschrift über eine Bahnverbindung Zaras mit Österreich von Josef Ritter von Wenusch, Ingenieur, Eisenbahndirektor a. D. Wien und Leipzig, 1905, W. Braumüller. Preis 1,0 M.

Die Denkschrift behandelt als Mittel einer innigen Verbindung des Hafens Zara mit Triest und dem Herzegowinischen Bahnnetze die Anlage eines ausgedehnten Schmalspurnetzes unter Benutzung der Inseln des Guarnero und der Dalmatinischen Küste und bietet einen anregenden und lehrreichen Einblick in die Bedürfnisse des unter der österreichischen Herrschaft aufblühenden Landes.

Bau und Instandhaltung der Oberleitung elektrischer Bahnen. Von P. Poschenrieder, Oberingenieur der österreichischen Siemens-Schuckert-Werke. München und Berlin, 1904, R. Oldenbourg. Preis 9,0 M.

Mit grofser Schnelligkeit breitet der Grundsatz der Arbeitsteilung auch auf das Gebiet des elektrischen Betriebes seine Herrschaft aus, und wie nötig das ist, zeigt der stattliche Inhalt und Umfang dieses nur die Oberleitung betreffenden Werkes. Es ist wohl als völlig erschöpfend zu bezeichnen, die Geschichte, die geometrischen, sehr eingehend die statischen Verhältnisse und die Anordnung der Oberleitung mit ihren Nebenanlagen und Ausstattungsteilen sind eingehend behandelt, ebenso auch die Ausführung mit allen Werkzeugen und Hülfsgerätschaften. Auch die Sicherheitsvorschriften und die Kosten aller Teile werden mitgeteilt; wir dürfen mit Recht behaupten, dafs das von so berufener Hand nach reichen eigenen Erfahrungen bearbeitete Werk geeignet ist, jede für die Anlage von Oberleitungen erforderliche Auskunft zu erteilen, und zeigen das Erscheinen mit Befriedigung an.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Inhalt des elften Heftes, November 1905.

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | **11. Heft. 1905.**

Die Lokomotiven auf der Weltausstellung in St. Louis 1904.

Von **Fr. Gutbrod,** Regierungsbaumeister in Halle a. S.

Hierzu Mafszusammenstellung auf Tafel LIV und Zeichnungen Abb. 1 bis 35 auf den Tafeln LV bis LVII.

(Fortsetzung von Seite 243.)

a. β. Vierzylinder-Verbundlokomotiven.

Nr. 7. Lokomotive Nr. 1587 der Chicago, Burlington und Quincy-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia, Pa. (Abb. 6, Taf. LV.)

Der Kessel, dessen mittlerer Schufs Kegelform hat, besitzt einen in der Feuerbüchse und dem hintersten Langkesselschusse aufsergewöhnlich stark überhöhten Dampfraum.

Der aus Stahlgufs gefertigte Rahmen besteht aus einem Hauptrahmen und einem Hülfsrahmen. Der Hauptrahmen ist unmittelbar vor der Feuerkiste abgesetzt und wird durch ein kräftiges, aus Gufsstahl gefertigtes Querstück aufgenommen, das zu beiden Seiten über den Querschnitt der Feuerkiste hinausreicht. An dieses Querstück schliefst sich der Hülfsrahmen, der aufserhalb der Feuerkiste liegt, und die hintere Laufachse aufnimmt. Diese Kröpfung des Rahmens vor der Feuerkiste gestattet, dem durch die Laufachse an und für sich eingeschränkten Aschkasten die für gleichmäfsige Luftzuführung unter die Rostfläche erforderliche Breite zu geben, und aufserdem auch die Laufachse mit Aufsenlagern zu versehen, die der Wartung und Überwachung bequem zugänglich und der Luftkühlung besser ausgesetzt sind, als Innenlager, die noch dazu der Wärme der Feuerkiste unterworfen sind.

Die Zylinderanordnung besteht aus einem Paare senkrecht übereinander liegender Hoch- und Niederdruck-Zylinder an jeder Seite, die auf dieselbe Triebachse arbeiten. Beide Zylinder werden von einem gemeinsamen Rundschieber gesteuert und bilden mit dem Schiebergehäuse ein gemeinsames Gufsstück.

Die Anordnung der Zylinder, ob Hochdruckzylinder über dem Niederdruckzylinder oder umgekehrt, richtet sich übrigens nach dem Durchmesser der Triebräder unter Einhaltung des lichten Raumes, so dafs bei Schnellzuglokomotiven, das heifst bei solchen mit grofsem Raddurchmesser, der Hochdruckzylinder über dem Niederdruckzylinder liegt, während bei Güterzug-, das heifst, bei Lokomotiven mit kleinem Triebraddurchmesser, der Niederdruckzylinder über dem Hochdruckzylinder liegt.

Das Verhältnis der Zylinderinhalte beträgt 3,6 und ergibt bei gewöhnlicher Füllung von 53 % im Hochdruck- und 58 % im Niederdruck-Zylinder annähernd gleiche Arbeitsverteilung.

Die Dampfverteilung erfolgt nach Woolf; der aus dem Hochdruckzylinder geschobene Dampf tritt ohne Verbinder unmittelbar durch den Schieber in den Niederdruckzylinder zu weiterer Arbeitsverrichtung. Der Schieber gestaltet sich sehr einfach. Er hat für beide Zylinder äufsere Einströmung und innere Ausströmung.

Nr. 8. Lokomotive Nr. 507 der Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia, Pa. (Abb. 7, Taf. LV.)

Diese Lokomotive gehört zu der Lieferung, welche die genannte Bahn bei den Baldwin-Lokomotiv-Werken auf Grund der guten Erfahrungen 1903 in Bestellung gab, die man auf dem europäischen Festlande mit Vierzylinderlokomotiven mit ausgeglichenen Triebwerken gemacht hatte. Obwohl von den vier Lokomotiven schon nach kurzer Zeit zwei wegen Bruches der gekröpften Achse der Werkstatt zugeführt werden mufsten, und auch anderweitige Mängel sich im Betriebe herausstellten, gab die Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn im folgenden Jahre demselben Werke weitere 40 Lokomotiven derselben Bauart in Auftrag.

Die Anordnung der Dampfmaschine und des Triebwerkes entspricht derjenigen von v. Borries insofern, als auch hier alle vier Zylinder nebeneinander unter der Rauchkammer angeordnet sind und zwar die Hochdruckzylinder innerhalb, die Niederdruckzylinder aufserhalb des Rahmens, und dafs auch hier die Kurbeln zusammengehöriger Hoch- und Niederdruckzylinder um 180° gegeneinander versetzt sind, so dafs hin- und hergehende Massen durch hin- und hergehende Massen ausge-

glichen werden, während die Kurbeln gleicher Zylinderarten zur Erreichung sichern Anfahrens um 90° gegeneinander versetzt sind, so dafs die schlingernden Bewegungen bestehen bleiben.

Dagegen unterscheidet sich die Bauart von der v. Borriesschen dadurch, dafs genau wie bei der ältern Vauclainschen Bauart zusammengehörige Hoch- und Niederdruckzylinder durch einen gemeinsamen Schieber gesteuert werden. Das Sattelstück unterscheidet sich denn auch von demjenigen der Lokomotive Nr. 7 im wesentlichen nur durch die Drehung der Ebene der gemeinsamen Achsen des Hoch- und Niederdruckzylinders um 90°, so dafs Hoch- und Niederdruckzylinder neben einander zu liegen kommen.

Durchmesser und Hube der Zylinder sind genau dieselben wie bei der alten Vauclainschen Bauart, so dafs in dieser Hinsicht von vornherein mit erprobten und bewährten Abmessungen gerechnet werden konnte. Das Verhältnis der Zylinderinhalte beträgt auch hier 3,6 und ergibt bei gewöhnlicher Füllung von 53% im Hochdruck- und 58% im Niederdruck-Zylinder gleiche Arbeitsverteilung auf alle vier Zylinder.

Der Schieber mufste dagegen eine Änderung erfahren, da sich die Dampfkolben der zusammengehörigen Zylinder in entgegengesetzter Richtung bewegen. Der Schieber ist zur Erreichung der Woolfschen Dampfverteilung dreiteilig, also wesentlich verwickelter, als bei der alten Bauart.

Um den Dampf bei Durchströmung des Steuerschiebers nicht zu stark abzudrosseln, war es erforderlich, dem Schieber einen bedeutenden Durchmesser zu geben, der gröfser ist, als der des Hochdruckdampfkolbens. Hierdurch entsteht Gefahr des Werfens des Schiebers, namentlich bei den hohen Wärmegraden über 200° und vor allem bei den sehr grofsen Wärmeunterschieden, denen die einzelnen Teile des Schiebers ausgesetzt sind.

Der Kessel zeichnet sich durch die Gröfse seiner feuerberührten Heizfläche, die gröfste unter allen ausgestellten Schnellzuglokomotiven aus. Erreicht wird diese trotz der üblichen Gröfse der Rostfläche von 4,6 qm durch möglichste Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Raumes, indem jede Seitenwand der Feuerbüchse senkrecht und die Feuerbüchsmanteldecke wagerecht geführt wurde.

Die Heizrohre besitzen die ungewöhnliche Länge von mehr als 5700 mm und haben demgemäfs auch einen äufsern Durchmesser von 57,2 mm erhalten.

Eine weitere Eigentümlichkeit dieser Lokomotive bildet der »Traction increaser«, der zur vorübergehenden Erhöhung des Reibungsgewichtes der Triebachsen dient und namentlich zur Steigerung des Beschleunigungsvermögens beim Anfahren Verwendung findet. Das bei Vierzylinder-Verbundlokomotiven so häufig beobachtete Schleudern der Triebachsen beim Anfahren wird mit seinen nachteiligen Folgen durch dieses Mittel auf das sicherste vermieden. Die Wirkung wird erzielt durch einen kleinen Prefsluftzylinder, der durch verschiedene Hebelübersetzungen auf die Feder der hintern Triebachse arbeitet und einen Teil der Belastung der hintern Laufachse auf die Triebachsen überträgt. Bei einem Drucke von 6,2 at im Prefsluftzylinder beträgt die Mehrbelastung der Triebachsen 5440 kg, die ganze Belastung der Triebachsen ist dann 51,44 t.

Der Tender führt die erstaunliche Menge von 11 t Kohle und 32,2 cbm Wasser mit.

Nr. 9. Lokomotive Nr. 3000 der New-York Central und Hudson-Flufs-Eisenbahn, erbaut in den Schenectady-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. (Abb. 8, Taf. LV.)

Diese Ausstellungslokomotive ist die einzige ihrer Bauart und war von der Eisenbahngesellschaft zunächst nur als Probelokomotive bestellt. Erst auf Grund der vorzüglichen Ergebnisse der Probefahrten auf der Strecke New-York-Albany und auf dem Versuchstande der Pennsylvania-Eisenbahn in St. Louis wurde eine erhebliche Zahl von Lokomotiven dieser Bauart in Auftrag gegeben.

Die Lokomotive ist nach den Entwürfen von Francis Cole, dem Oberingenieur der Schenectady-Werke, gebaut. Sie gleicht in der Anordnung der Zylinder und der Triebwerke der de Glehnschen Bauart insofern, als je zwei Zylinderpaare auf getrennte Achsen arbeiten. Die beiden innen liegenden Hochdruckzylinder arbeiten auf die vordere Triebachse, die daher als gekröpfte Achse ausgeführt werden mufste, während die beiden Niederdruckzylinder, welche aufsen, und zwar hinter den Hochdruckzylindern liegen, die zweite Triebachse antreiben.

Die Kurbeln einer Lokomotivseite sind auch hier um 180° gegen einander versetzt, so dafs hin- und hergehende Massen durch hin- und hergehende Massen ausgeglichen werden, während die Kurbeln gleicher Zylinderarten zur Gewährleistung sichern Anfahrens um 90° gegen einander versetzt sind, wodurch die schlingernden Bewegungen bestehen bleiben.

Die eigenartige und nicht einwandfreie Lagerung der Hochdruckzylinder unmittelbar hinter der Bufferbohle ergab sich aus dem schon erwähnten Bestreben, auch den Hochdruckpleuelstangen eine angemessene Länge zu geben.

Die Anordnung der Hoch- und Niederdruckzylinder hinter einander bedingte ferner die Ausführung von vier getrennten Schiebern.

Für die Lage der Schiebergehäuse und den Antrieb der Schieber war mafsgebend, dafs die Anwendung der Stephenson-Steuerung die Ausführung von nur zwei Steuertriebwerken für die vier Schieber zuliefs. Aus diesem Grunde sind die Mittelachsen der Schiebergehäuse einer Seite in derselben Achse hinter einander gelegt, so dafs die beiden Schieber der zusammengehörigen Hoch- und Niederdruckzylinder auf einer gemeinsamen Schieberstange befestigt und von nur einer innen liegenden Stephenson-Steuerung mittels einer Schwinge angetrieben werden.

Daraus ergibt sich die eigentümliche Lage der Schiebergehäuse über und zwischen den zusammengehörigen Hoch- und Niederdruckzylindern.

Die Colesche Lokomotive war unter den ausgestellten 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven die leistungsfähigste und zwar sowohl hinsichtlich des Triebachsgewichtes, als auch hinsichtlich der Dampfmaschine und der Kesselheizfläche. Bei einem Gewichte auf den Triebachsen von 50 t konnte der

Kesseldurchmesser und damit auch die Zahl der Heizrohre grofs gewählt werden, so dafs trotz des gröfsern Kessels der ganze Achsstand der Lokomotive kleiner ausfiel, als bei der Vauclainschen für die Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn.

Die Feuerbüchse ist mit einem feuerfesten Feuerschirme ausgerüstet, der an der Rückwand der Feuerbüchse oberhalb der beiden kreisrunden Feuertüren ansetzt und bis zur hintern Rohrwand unterhalb der Heizrohre reicht. Der hintere Teil dieses Schirmes ist ähnlich, wie bei der Feuerbüchse von Buchanan über die ganze Breite auf eine Länge von 600 mm zum Übertreten der Flamme durchbrochen. Der Schirm wird von vier 75 mm starken Röhren getragen, die an beiden Endflächen der Feuerbüchse durch Luken zugänglich sind.

Nr. 10. Angekaufte Lokomotive Nr. 2512 der Pennsylvania-Eisenbahn, erbaut von der Société Alsacienne de Constructions Méchaniques in Belfort. (Abb. 9, Taf. LV.)

Die Lokomotive ist von der Pennsylvania-Eisenbahn 1903 von dem genannten Werke zu Versuchszwecken in Bestellung gegeben. Sie entspricht in Gröfse und Bauart durchaus den zehn 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven der Paris-Orléans-Bahn, die von dem Werke erbaut sind. Der Kessel hat die stattliche Heizfläche von 246,5 qm, die in erster Linie der Verwendung von Serve-Röhren gutzuschreiben ist. Die Feuerbüchse besitzt entgegen der sonst bei uns üblichen Ausführungsweise geneigte Rückwand nach amerikanischem Vorbilde.

Nr. 11. Lokomotive Nr. 528 der preufsischen Staatsbahnen, gebaut von der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. vormals Georg Egestorff, Linden vor Hannover. (Abb. 10, Taf. LV.)

Die Beschreibung dieser Lokomotive ist nicht nötig, da sie in allen Einzelheiten zur Genüge bekannt ist. Die Ausstellungslokomotive war mit einem Pielock-Überhitzer im Langkessel ausgerüstet. Über die Brauchbarkeit des Überhitzers liegen abschliefsende Erfahrungen noch nicht vor.

a. γ. Dreizylinder-Verbundlokomotiven.

Nr. 12. Lokomotive Nr. 561 der preufsischen Staatsbahnen, erbaut von Henschel und Sohn in Cassel. (Abb. 11, Taf. LV.)

Diese Lokomotive zog während der Ausstellung in St. Louis mit Rücksicht auf ihr eigenartiges Äufsere, die vollständige Ummantelung von Lokomotive und Tender, die abweichende Anordnung des Führerhauses, die Dampfmaschine und die aufsergewöhnliche Zahl der Achsen die ungeteilte Aufmerksamkeit weitester Fachkreise auf sich.

Sie ist nach den Angaben des Geheimen Baurates Wittfeld entworfen und gebaut. Veranlassung zu dem Entwurfe dieser Lokomotive gaben die Erfolge der elektrischen Schnellbahn auf der Strecke Berlin-Zossen und das Bestreben unserer Eisenbahningenieure, die Geschwindigkeit und Leistungsfähigkeit der bis heute für Schnellverkehr allerorts ausschliefslich zur Verwendung kommenden Dampflokomotive zu erhöhen und damit eine Lokomotive zu schaffen, die den bevorstehenden Entscheidungskampf mit der elektrischen Triebmaschine mit Erfolg aufnehmen kann.

Für die Lokomotive war vorgeschrieben, dafs sie einen Zug von 180 t mit einer Grundgeschwindigkeit von 130 km/St. fortzubewegen im Stande sein sollte, und dafs namentlich die Triebwerksteile unter Berücksichtigung einer Höchstgeschwindigkeit von 150 km/St. ausgearbeitet werden sollten.

Die vorgeschriebenen hohen Geschwindigkeiten erforderten eine besondere Würdigung des Luftwiderstandes und der störenden Bewegungen der Lokomotive infolge der freien Triebwerksmassen.

Der Bemessung des Luftwiderstandes wurden die bei den Versuchen auf der Strecke Berlin-Zossen gewonnenen Ergebnisse zu Grunde gelegt. Um den Luftwiderstand möglichst klein zu machen, wurde die Lokomotive auf Grund der gesammelten Erfahrungen unter Abweichung von der bisher üblichen Bauweise ihrer ganzen Länge nach einschliefslich des Tenders mit einem Blechgehäuse umgeben, welches der zu durchschneidenden Luft möglichst wenig Angriffspunkte bietet und aufserdem zu weiterer Herabminderung des Luftwiderstandes an der Stirnwand zugeschärft ist. Aus dem Blechgehäuse ragen nur wenige Teile, wie das obere Ende des Schornsteins, die Wölbung der beiden Dome und die Lüftungsaufsätze hervor.

Diese Ummantelung bedingt jedoch die Trennung des Führerstandes vom Heizerstande und die Verlegung des Führerstandes vor die Rauchkammer an die Stirnseite der Lokomotive, um dem Führer die freie Übersicht über die Strecke zu wahren. Führer- und Heizerstand sind durch zwei Gänge seitlich des Lokomotivkessels mit einander verbunden. Namentlich auch mit Rücksicht auf die grofse Rostfläche bedingt die Lokomotive die Besetzung mit zwei Heizern, von denen abwechselnd der eine das Feuer bedient, während sich der andere im Führerhause beim Führer aufhält.

Weit mehr Schwierigkeit bot die Beherrschung der hin- und hergehenden Triebwerksmassen, die zu störenden, bei hohen Geschwindigkeiten sogar gefährlichen Eigenschwingungen der Lokomotive Veranlassung geben können, unter denen die Schlingerbewegungen um die senkrechte Schwerachse im Vergleiche mit den zuckenden Bewegungen als die bedenklicheren angesehen wurden.

Aus diesem Grunde wurde von der Ausführung einer Vierzylindermaschine Abstand genommen und eine Dreizylinderdampfmaschine der Bauart Wittfeld gewählt. Bei dieser Anordnung sind die Kurbeln der beiden Aufsenzylinder gleich gerichtet, während diejenige des Innenzylinders, der in der Achsenmitte angreift, um 90° gegen die beiden anderen versetzt ist. Schlingerbewegungen sind somit ausgeschlossen. Dagegen wird hierbei ein vermehrtes Zucken der Lokomotive in der Längsrichtung in den Kauf genommen, das aber bei der grofsen Masse als unschädlich betrachtet wurde.

Die Lokomotive ruht auf sechs Achsen, von denen die beiden mittleren als Triebachsen mit 2200 mm Raddurchmesser ausgebildet und miteinander gekuppelt, während die vier Laufachsen zu je zweien in einem vordern und einem hintern Drehgestelle vereinigt sind, deren Drehzapfen zur Wahrung der Einstellbarkeit in Gleisbogen seitlich verschiebbar sind.

Der Kessel zeigt für europäische Verhältnisse aufsergewöhnlich grofse Abmessungen. Behufs Unterbringung von 345 Heizrohren von 45 mm lichter Weite ist die Feuerkiste breit gehalten und die Verbindung mit dem Rundkessel durch einen Kegelschufs bewerkstelligt. Zur Sammlung des Dampfes sind zwei Dome vorgesehen. Ein im obern Teile des Langkessels hängendes Dampfsammelrohr führt den Dampf in den hintern Dom, von wo er durch ein Verbindungsrohr in den vordern und durch den Regler in das Dampfeingangsrohr gelangt. Auf diesem Wege scheidet sich das mitgerissene Wasser zum gröfsten Teile ab.

Der Rahmen besteht aus zwei Teilen, deren Rahmenbleche in verschiedenen senkrechten Ebenen liegen. Der vordere Teil, der die Zylinder aufnimmt und sich auf das vordere Drehgestell und die beiden Triebachsen stützt, liegt innerhalb der Achsen, um die beiden Aufsenzylinder von 524 mm Durchmesser innerhalb der Umrifslinie aufzunehmen. Der hintere Rahmenteil mufste eine erheblich gröfsere lichte Breite zwischen den beiden Rahmenblechen erhalten, um die breite und hohe Feuerbüchse dazwischen aufzunehmen, da andernfalls ein Hochlagern des Kessels und Aufsetzen der Feuerkiste auf dem Rahmen nicht zu umgehen gewesen wäre. Infolge der Höhe der Feuerkiste wäre bei der letztern Anordnung eine Überschreitung des freien Raumes die Folge gewesen.

Die Dampfmaschine arbeitet mit Verbundwirkung in der Weise, dafs der aus dem Regler austretende Dampf zunächst dem zwischen den Rahmen eingebauten Hochdruckzylinder zugeführt wird und aus diesem durch den Verbinder in die beiden aufsen liegenden Niederdruckzylinder übertritt.

Der Durchmesser beträgt bei allen drei Zylindern 524 mm, das Raumverhältnis der beiden Niederdruckzylinder zum Hochdruckzylinder somit 2 : 1.

Die Dampfverteilung erfolgt bei allen Zylindern durch entlastete Flachschieber, welche durch drei getrennte Heusinger-Steuerungen angetrieben werden.

Die Kolbenbewegung des Hochdruckzylinders wird auf die gekröpfte Achse des vordern Triebachssatzes übetragen, während die Kolben der beiden Niederdruckzylinder auf die hintere Triebachse arbeiten. Die Niederdruckkurbeln sind gegen die Hochdruckkurbel um 90° versetzt, und zwar in der Weise, dafs die Niederdruckkurbeln der Hochdruckkurbel nacheilen.

Der Winkel zwischen den um 90° gegen einander verschobenen Kuppelstangenkurbeln und den Triebstangenkurbeln der Niederdruckzylinder ergab sich zu 45° nach der Überlegung, dafs bei Totlage einer der beiden Triebstangenkurbeln von der treibenden Achse aus ein möglichst grofser Teil der Kraft durch die Kuppelstange auf die Kuppelachse übertragen und in Dreharbeit umgesetzt wird, und dafs ferner der bei dieser Anordnung als Gegenkurbel auszubildende Kurbelzapfen möglichst günstig beansprucht wird. Winkel von 0°, 90° und 135° waren somit ausgeschlossen.

Die stark beanspruchten Teile, wie die gekröpfte Achse, die Hochdruckpleuelstange, die Kuppelstangen und die Gegenkurbelzapfen sind aus Nickelstahl mit 5 % Nickel gefertigt.

Alle für den Führer und den Heizer nötigen Ausrüstungsteile sind wegen der Trennung von Führer- und Heizerhaus doppelt vorhanden.

Der Tender fafst 20 cbm Wasser und 7 t Kohlen.

A. b. 3/5 gekuppelte Schnellzuglokomotiven.

Nr. 13. Lokomotive Nr. 90 der Norfolk und West-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia. (Abb. 12, Taf. LV.)

Wegen der Anordnung der dritten Triebachse unter der Feuerkiste mufste die Rostfläche schmal sein, damit die Feuerbüchse zwischen dem Rahmen Platz fand. Die Folgen davon sind: starke Krümmung der Seitenwände der Feuerbüchse bei einem Durchmesser des anschliefsenden Langkesselschusses von 1854 mm und grofse Länge der Feuerbüchse von 2860 mm, um die erforderliche Rostfläche zu erzielen. Undichtigkeiten in den Längsnähten der Feuerbüchsseitenwände und häufiges Reifsen der Stehbolzen sind die weiteren Folgen.

Die schmale Feuerbüchse gestattet die Anordnung des Führer- und Heizerstandes seitlich der Feuerbüchse. Allerdings mufsten dann die Stände so hoch gelegt werden, dafs der Fufsboden über den höchsten Rand der hintersten Triebräder zu liegen kam. Die Feuerungsbühne ist von dem Heizerstande getrennt und befindet sich auf dem Tender, um an Baulänge der Lokomotive zu sparen. Sie liegt erheblich tiefer, als der Fufsboden der Stände für die Lokomotivmannschaft und ist mit diesen durch zwei Stufen verbunden.

Demgemäfs befindet sich auch die Mehrzahl der Ausstattungsteile auf der Führerseite, während auf dem seitlichen Heizerstande nur die zweite Strahlzunge und das Dampfheizventil angebracht ist. Dagegen befindet sich für den Heizer zur Beobachtung von der Feuerungsbühne aus an der Feuerbüchsrückwand noch ein zweiter Satz Probehähne und ein zweiter Dampfspannungszeiger.

Nr. 14. Lokomotive Nr. 1059 der Great Northern-Eisenbahn, erbaut von den Rogers-Lokomotiv-Werken in Paterson. (Abb. 13, Taf. LVI.)

Diese Lokomotive unterscheidet sich in ihrer allgemeinen Anordnung nur wenig von Nr. 13. Auch die Leistungen des Kessels und der Dampfmaschine sind annähernd dieselben.

Der Kessel ist mit Belpaire-Feuerbüchse ausgerüstet. Die Anordnung der Stände für die Lokomotivmannschaft, sowie der Feuerungsbühne unterscheidet sich in keiner Weise von derjenigen der Lokomotive Nr. 13.

Nr. 15. Lokomotive Nr. 695 der Lake-Shore und Michigan-Südbahn, erbaut in den Brooks-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. (Abb. 14, Taf. LVI.)

Diese Lokomotive gehört der »Prairie«-Form 2-6-2 an, und unterscheidet sich von Nr. 13 und 14 wesentlich durch die Achsenanordnung und durch die eigenartigen übrigen Verhältnisse. Diese Form wurde von den Baldwin-Lokomotiv-Werken zum ersten Male für die Chicago, Burlington und Quincy-Eisenbahn gebaut und erhielt von dieser ihren Namen.

Diese Bauart sucht den Nachteil der Anordnung der dritten Triebachse unter der Feuerbüchse dadurch zu vermeiden, dafs sie die für die Stützung des Kesselgewichtes erforderlichen



zwei Laufachsen nicht wie bei der »Ten Wheel«-Form in einem vor den Treibachsen angeordneten Drehgestelle vereinigt, sondern dafs sie eine Laufachse vor und die andere hinter die Triebachsen verlegt. Durch diese Verlegung der einen Laufachse nach hinten konnte die Rostfläche genau wie bei der »Atlantic«-Form grofs gehalten und ein günstiges Verhältnis zwischen Rostfläche und Heizfläche erzielt werden.

Wenn damit aber auch der Hauptnachteil der »Ten Wheel«-Form beseitigt ist, so steht dieser Bauart nach unseren Erfahrungen doch das Bedenken entgegen, dafs die Ausführung einer frei beweglichen vordern Laufachse mit Deichselgestell bei hohen Geschwindigkeiten Veranlassung zu unruhigem Gange gibt.

Besonders bemerkenswert ist an dieser Lokomotive ferner der aufsergewöhnlich günstige Wert des Verhältnisses zwischen Gröfse der Kesselheizfläche und dem ganzen Gewichte. Dies beweist, dafs hier wie bei keiner andern Lokomotive das zulässige Gewicht so weit wie nur irgend angängig für den Kessel ausgenutzt ist. Dieser Zweck wurde erreicht durch weitgehende Verwendung von Gufsstahl und geprefstem Stahle für Kesselteile, so für Domring, Domkappe, Rauchkammer-Stirnwand und -Tür, sowie für Kesselträger und Steuerungsteile.

Der Kessel besitzt die gewaltige Heizfläche von 334 qm, die gröfste, die jemals für Schnellzuglokomotiven ausgeführt ist. Sie wird erreicht durch die grofse Zahl und Länge der Heizrohre, also in erster Linie durch die Gröfse der mittelbaren Heizfläche. Fraglich ist immerhin, ob ein äufserer Durchmesser der Heizrohre von 50,2 mm bei einer Länge von 5808 mm nicht zu klein ist, und ob dadurch der Widerstand gegen das Durchströmen der Feuergase nicht zu grofs, und die Wärmeabgabe im letzten Teile der Röhren zu gering wird.

Die Rostfläche und Feuerkiste sind unter Ausnutzung des Vorteiles der hintern Laufachse grofs ausgefallen und weisen insbesondere eine ganz aufsergewöhnliche Breite von 2200 mm auf. Um so stärker mufste der Aschkasten eingezogen werden, um zwischen dem Rahmen Platz zu finden; seine Ausbildung wurde durch die Anordnung der hintern Laufachse noch weiter eingeschränkt.

Der Rahmen ist zweiteilig; der vordere Rahmen ist in Barrenform aus Stahlgufs, der hintere Teil als Plattenrahmen aus gehämmertem Schweifseisen hergestellt. Beide Teile sind zwischen hinterer Laufachse und Feuerbüchse kräftig mit einander verschraubt.

Die hintere Laufachse ist nach Bauart Adams seitlich verschiebbar und durch Federkraft zwangläufig rückstellbar eingerichtet.

A. c. 3/6 gekuppelte Schnellzuglokomotiven.

Nr. 16. Lokomotive Nr. 119 der Union Pacific-Eisenbahn, gebaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia. (Abb. 15, Taf. LVI.)

Diese »Pacific«-Form verbindet mit dem Vorteile höhern Reibungsgewichtes bei verringertem Triebachsgewichte und demzufolge geringerer Abnutzung des Oberbaues, als bei der »Atlantic«-Form, den Vorzug, den die Anordnung einer hintern Laufachse für ausreichende Ausbildung der Rostfläche und unmittelbarer Heizfläche gewährt.

Die in Rede stehende Lokomotive ist die schwerste Schnellzuglokomotive, die in den Vereinigten Staaten bis jetzt gebaut ist. Sie hat ein Gewicht von 102,3 t ohne, und von 162 t mit Tender. Die Dampfmaschinenleistung ist aufserordentlich hoch, dagegen ist die Kesselheizfläche gegenüber der Gröfse der Zylinder und der Triebraddurchmesser sehr mäfsig.

Der äufsere Durchmesser der Heizrohre beträgt bei der beträchtlichen Länge von 6100 mm 57,2 mm.

Die hintere Laufachse liegt in einem Deichselgestelle, dessen Drehpunkt in einem Rahmenquerträger vor der Feuerbüchse gelagert ist. Die Last wird von dem Hauptrahmen durch den hintersten Ausgleichhebel auf einen Bügel und von diesem mittels beweglicher Pendelträger auf die Achsbüchshalter der Laufachse übertragen. Diese Pendelträger gestatten ganz ähnlich, wie bei den Lokomotivdrehgestellen freien Ausschlag der Achse nach der Seite, wobei das Gewicht der Lokomotive als Rückstellkraft dient.

Das Deichseldrehgestell ist in seiner Bauart einfach und in seiner Wirkung äufserst zuverlässig.

Nr. 17. Lokomotive Nr. 1014 der St. Louis und San Francisco-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia. (Abb. 16, Taf. LVI.)

Die Lokomotive unterscheidet sich nur wenig von der Nr. 16. Die Feuerbüchse ist breiter gehalten, um die Länge in bewährten Grenzen zu halten. Dafür ist der Aschkasten sehr stark eingezogen und die gleichmäfsige Luftzufuhr unter die Rostfläche beeinträchtigt.

Nr. 18. Lokomotive Nr. 1123 der Missouri-Pacific-Eisenbahn, erbaut in den Brooks-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. (Abb. 17, Taf. LVI.)

Diese Lokomotive stach durch ihre verhältnismäfsig sorgfältige Ausführung und ihre gefälligen Formen vorteilhaft von den übrigen amerikanischen ab.

Die Lagerung der Triebachsen erforderte eine verhältnismäfsig kurze Feuerbüchse, wenn die Länge der Lokomotive nicht noch weiter vergröfsert, und die hintere Laufachse noch stärker belastet werden sollte. Daraus folgt auch das übertriebene Vorziehen der hintern Rohrwand. Um der Rostfläche die erforderliche Gröfse zu geben, mufste sie eine beträchtliche Breite erhalten. Um bei der hierdurch bedingten starken seitlichen Einziehung des Aschkastens dem Heizstoffe die für die Verbrennung nötige Menge Luft zuzuführen, sind aufser den üblichen Öffnungen im Aschkasten seitlich zwischen dem Bodenringe und der Oberkante des Aschkastens auf die ganze Länge der Feuerbüchsseitenwände Luftspalte von 100 mm Höhe vorgesehen, die durch zickzackweise geführte Flacheisen zwischen Bodenring und Aschkasten gebildet werden.

Die Längsverankerung des Kessels erfolgt abweichend von der sonst üblichen Ausführung durch Blechtafeln von 12,7 mm Stärke, die einerseits Feuerbüchs-Decke und -Rückwand und

anderseits den vordersten Langkesselschufs und die vordere Rohrwand gegen einander absteifen.

Die hintere Laufachse ist auch hier seitlich verstellbar. Von den sechs Achsen werden die drei Triebachsen einseitig gebremst.

Nr. 19. Lokomotive der Prince Edward Island-Eisenbahn, erbaut von der Canadischen Lokomotiv-Gesellschaft in Kingston, Ontario.

Die Lokomotive ist in allen ihren Teilen durchaus nach amerikanischem Muster ausgeführt. Auch ihre Hauptabmessungen entsprechen der üblichen amerikanischen Ausführung der »American«-Form 4-4-0.

(Schlufs folgt.)

Ätzkalk zur Wasserreinigung.

Von Dr. **E. E. Basch** in Cöln.

Die folgenden Ausführungen betreffen einige Punkte der Wasserreinigung*) und sind für den Nichtchemiker bestimmt.

Die Körper oder Salze, welche hierbei Bedeutung haben, können hinsichtlich ihres Verhaltens zu Wasser in zwei Gruppen gebracht werden:

1. Im Wasser lösliche Salze, welche auch im Kessel gelöst bleiben, beispielsweise schwefelsaures Natron, Glaubersalz.
2. Im Wasser lösliche Salze, die aber im Kessel unlöslich werden und Stein geben. Hierzu gehören doppeltkohlensaurer Kalk und Gips.

Die Gruppe 2) umfafst die Kesselsteinbildner, und diese verursachen auch die »Härte« des Wassers. Man mufs da noch einen Unterschied machen. Ein Körper wie der angeführte doppeltkohlensaure Kalk wird unlöslich und bildet Stein durch einfaches Kochen. Weil die dem Wasser durch doppeltkohlensauren Kalk erteilte Härte nach dem Kochen nicht mehr in diesem enthalten ist, nennt man sie die »vorübergehende« Härte. Nach dem Kochen bleibt im Wasser von Kesselsteinbildnern noch der Gips, deshalb wird dieser zur »bleibenden« Härte gerechnet. Gips bildet Kesselstein und zwar einen sehr harten, jedoch erst, wenn er infolge der Verdampfung des Kesselwassers in genügender Menge vorhanden ist.

Die beiden genannten Körper sind als Beispiele der vorübergehenden und der bleibenden Härte angeführt. Die natürlichen Wasser enthalten aufser diesen auch Magnesiumsalze und in der Regel noch andere Härtebildner, von denen aber in dieser beschränkten Übersicht nicht gesprochen werden soll, weil sie nicht gleichzeitig Kesselsteinbildner sind.

Zur Entfernung von doppeltkohlensaurem Kalke aus dem Speisewasser dient bei der Wasserreinigung im Betriebe die billigste Base, der Ätzkalk. Die beiden Körper verbinden sich im Reiniger miteinander und bilden einen unlöslichen Schlamm, der dort zurückgehalten und gelegentlich abgelassen wird. Beide Körper, also sowohl der von vornherein im Wasser vorhandene, als auch der zugeführte sind in dem gefilterten Wasser nicht mehr enthalten. Auch zur Fällung der Magnesiasalze ist schliefslich Ätzkalk erforderlich.

Die Entfernung und Unschädlichmachung von bleibender Härte, vor allem also von Gips, erfolgt bisher meistens durch Sodazusatz. Man könnte auch doppeltkohlensauren Kalk mit Soda fällen. Aber abgesehen davon, dafs Soda viel teurer als Ätzkalk ist, entsteht bei diesem Verfahren ein lösliches Salz, doppeltkohlensaures Natron, das beim Erhitzen im Kessel Soda rückbildet, während man einen Überschufs dieser im Kesselwasser immer vermeiden soll. Man mufs also stets dafür sorgen, dafs genügend Kalk, gewöhnlich in Form von Kalkwasser, dem Rohwasser zugeführt wird, was durch die chemische Probe jeden Augenblick leicht festgestellt werden kann.

Die Nachteile aus zu geringem Kalkzusatze können von der mannigfaltigsten Art sein. Einerseits werden dadurch die Magnesiumsalze nicht genügend ausgeschieden, in welcher Hinsicht Soda allein niemals genügen kann, und anderseits wird auch der doppeltkohlensaure Kalk im Reiniger nicht ganz gefällt, sodafs häufig eine starke Nachreaktion auf dem Wege bis zum Kessel stattfindet. Dadurch können in langen Leitungen oder im Speiseventil Krustenbildungen entstehen, auch Schlammbildung und sogar Stein im Kessel.

Wenig bekannt ist, dafs Kalkmangel in vielen Fällen auch Trübung des gereinigten Wassers bewirkt. Man kann sich leicht durch einen Versuch davon überzeugen, dafs bei Zusatz einer absichtlich ungenügenden Kalkwassermenge zu einem ungereinigten Rohwasser der entstehende Niederschlag gegenüber dem regelrechten viel feinflockiger ausfällt, sich träger absondert und nach dem Absitzen, Wiederaufschütteln und Filtern trübe durchs Filter geht, während die Probe mit genügendem Kalkzusatze tadellos blank ist. Die Folge im grofsen ist die, dafs der Boden des Reinwasserbehälters mit einer starken Bodenschicht bedeckt ist, die Rohrleitung mehr oder weniger verkrustet und das Wasser im Kessel schlammig wird, was sich namentlich an den Wasserstandsgläsern unliebsam bemerkbar macht.

Während also in solchen und ähnlichen Fällen mit einer Vermehrung des Kalkwasserzulaufes bis zu den vorgeschriebenen Reaktionen ohne weiteres geholfen ist, verfällt der Nichtkenner häufig auf das Gegenteil. Den im Rohwasser gelösten doppeltkohlensauren Kalk kann er mit dem blofsen Auge nicht wahrnehmen; er glaubt daher, dafs der eingeführte Ätzkalküberschufs an der Verschlammung schuld ist. Verkehrter Weise vermindert er dann die Kalkmenge, statt sie zu erhöhen, und vergröfsert dadurch nur den Übelstand.

Ein für die Wasserreinigung ebenfalls wichtiger Punkt, der jedoch nur zu häufig keine Beachtung findet, ist die Beschaffung guten Ätzkalkes. Es ist selbstverständlich, dafs von einem geringwertigen Kalke entsprechend mehr aufgewendet werden mufs, sodafs häufig ein niedrigerer Einkaufspreis durch die nötige Menge überwogen wird. Wichtiger ist jedoch, dafs

*) Organ 1884, S. 54; 1888. S. 51; 1888, S. 154; 1889, S. 155; 1889, S. 23; 1890, S. 109; 1899, S. 214; 1901. S. 114; 1902, S. 221, 233, 244 und 297; Ergänzungsbände IX, S. 232; XIII, S. 325.

ein geringer Gehalt an Ätzkalk einen gröfsern Gehalt an Verunreinigungen bedingt, und deshalb würde grade ein für Maurer vielleicht sehr geeigneter Kalk für die Wasserreinigung sehr minderwertig sein können.

Enthält er Beimengungen von Steinen und dergleichen, so können diese zur Verstopfung von Rohren führen. Sind seine Verunreinigungen lehmiger, toniger Art, so ist es noch schlimmer, denn diese Körper sind bekanntlich im Kalkwasser so fein verteilt, dafs sie später mit dem damit versetzten Wasser durch das Filter gehen können, ganz besonders bei Anwendung der billigen Holzwollfilter an Stelle des bessern Kiesfilters. Der Erfolg ist eine Verunreinigung des Reinwasserbehälters, der Rohrleitungen und des Kesselinhaltes mit mechanischen Beimengungen.

Im allgemeinen ist ein gut gebrannter Weifskalk, der sich rasch löscht, für die Wasserreinigung der geeignetste. Ein Graukalk, der etwa 20 Minuten zum Ablöschen nötig hat, kann unter Umständen noch brauchbar sein. Immer aber mufs man sich davon überzeugen, dafs die dem Kalksättiger beigegebene Kalkmenge genügt, um bis zum Schlusse des Vorganges ein gleichmäfsig starkes Kalkwasser zu liefern.

Die Firma H. Reisert in Köln gibt dafür folgende Vorschrift.

Ungefähr eine Stunde nach Neubeschickung des Kalksättigers entnimmt man von dessen Oberfläche, also da, wo das Kalkwasser sich eben anschickt in den Reaktionsraum zu treten, eine Probe von 10 ccm und versetzt sie mit einem Tropfen Phenolphtaleinlösung, wodurch eine deutliche Rotfärbung entsteht. Dann läfst man aus einem Tropffläschchen eine stets gleich starke Säurelösung beispielsweise n/10 Salzsäure zufliefsen und zählt die Tropfen, die nötig sind. um die Entfärbung der Probe zu bewirken. Je mehr Säure erforderlich ist, um so stärker ist das vorliegende Kalkwasser. Nach Gröfse des Sättigers, Beschaffenheit des Wassers und des Kalkes wird diese Zahl 45 bis 60 Tropfen betragen.

Um sich nun zu überzeugen, dafs genügend Kalk eingefüllt worden ist, nimmt man dieselbe Probe zu verschiedenen Tageszeiten, sowie schliefslich auch eben vor Neubeschickung des Sättigers. Es darf diese Tropfenzahl auch am Ende des Betriebsabschnittes nicht merklich abgenommen haben.

Der Wasserkalk des Handels ist für vorliegenden Zweck stets zu verwerfen wegen seines Gehaltes an Magnesia; Staubkalk ebenso, weil er in der Regel aus feinpulverigem Abfalle besteht. Bei den Eisenbahnverwaltungen wird manchmal auch Azetylenschlamm angewendet. Da dessen Gehalt an wirksamem Ätzkalke von seinem Feuchtigkeitsgrade abhängt und nur 40 % beträgt, wird entsprechend mehr aufgewendet werden müssen. Da dieses Mittel aufserdem äufserst fein verteilt ist, wird bei dem Baue des Kalksättigers auf genügend grofse Bemessung besondere Rücksicht genommen werden müssen.

Neuer Betriebsplan für Massenverkehr auf Vorortbahnen.

Von **Hansen**, Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor in Berlin.

Hierzu Betriebs-Schaupläne Abb. 1 bis 13 auf den Tafeln LII und LIII.

(Schlufs von Seite 252.)

Anwendungsbeispiel Berlin-Potsdam.

Um noch zu zeigen, dafs die vorstehenden Gedanken ausführbar sind, soll das Schaubild eines Betriebsplanes für die Wannseebahn dargestellt werden. Dieser Plan kann mangels genügender Zählungen nicht unmittelbar zur Ausführung kommen. Es soll jedoch, unter Beschränkung auf den Werktagsverkehr, gezeigt werden, dafs sich der aufzustellende Plan in allen wesentlichen Punkten den Bedürfnissen des vorhandenen Verkehres anschmiegen läfst.

Zur Zeit beträgt die Grundgeschwindigkeit der Züge der Wannseebahn nur 45 km/St., nach Einführung des Planes II kann sie wesentlich erhöht werden, da die Steigungs- und Krümmungsverhältnisse die Schnellzuggeschwindigkeit von 90 km/St. gestatten. Nur einzelne Stellen in der Nähe von Berlin müfsten etwas langsamer befahren werden. Daher ist im folgenden für den Betriebsplan II eine Grundgeschwindigkeit von 80 km/St. angenommen. Für Anfahren ist ein Zuschlag von 1 Minute, für Bremsen ein Zuschlag von 0,5 Minuten gemacht, während der für das Langsamfahren an den oben genannten Stellen erforderliche Zuschlag wegen seiner Kleinheit vernachlässigt werden kann.

Der für die Zugfolge mafsgebende gröfste Blockabstand auf der Strecke Berlin-Wannsee, welcher zwischen 3,03 und 4,75, 1,72 km beträgt, würde bei Plan II einen kleinsten Zugabstand von $(1{,}72 + \text{Zuglänge})\,\frac{60}{80} = \text{rd}\ 1{,}4$ Minuten gestatten. Dies reicht einstweilen aus, eine Vermehrung der Blockstationen zwecks Erzielung eines noch geringern Zugabstandes ist also vorerst nicht nötig.

Nach diesen Annahmen ergeben sich für die einzelnen Orte bei Anwendung des regelmafsigen Fahrplanes (Abb. 11, Taf. LIII) die in Zusammenstellung II angegebenen Fahrzeiten; zum Vergleiche ist die jetzt übliche Fahrzeit daneben gesetzt.

Zusammenstellung II.

Fahrzeit von Berlin	Plan II Minuten	Plan I Minuten	weniger nach Plan II Minuten
nach Friedenau	5	9,5	4,5
„ Steglitz	6,5	14	7,5
„ Grofs-Lichterfelde	8,5	18,5	10
„ Zehlendorf	10,5	23,5	13
„ Schlachtensee	13	29,5	16,5
„ Wannsee	15,5	36,5	21
„ Neubabelsberg	20	44,5	24,5
„ Neuendorf	21	49,5	28,5
„ Potsdam	22	53,5	31,5

Eine derartige aufserordentliche Verkürzung der Fahrzeit wird zweifellos von allen Vorortbewohnern, die den Weg nach Berlin und zurück täglich, oft zweimal, zu machen haben, mit grofser Freude begrüfst werden, denn grade die Langsamkeit der jetzigen Beförderung bildet den Hauptbeschwerdepunkt.

Es entsteht nun zunächst die wichtige Frage, wie viele Züge zur Bewältigung des Verkehres nötig sind.

Um das zu ermitteln, ist es erforderlich, die Gröfse des Verkehres festzustellen. Wenn es sich darum handeln würde, unmittelbar für die Ausführung bestimmte Vorschläge zu machen, so würde man zunächst die oben erwähnte Zählvorrichtung anbringen. Mangels derartiger Vorrichtungen bleibt hier aber nichts übrig, als vorhandene Unterlagen zu benutzen.

Dem Verfasser stehen nur die Angaben der mehrfach erwähnten Denkschrift zum Preisausschreiben betreffend den Verkehr der Wannseebahn vom Jahre 1897 zu Gebote. Obwohl diese Angaben bereits veraltet und auch in einzelnen Fällen vielleicht nicht zuverlässig sind, so scheint es doch zulässig, sie im vorliegenden Falle zu benutzen, da es sich nur um ein Beispiel handelt.

Die Verkehrsziffern der einzelnen Vororte betragen in runden Zahlen:

Zusammenstellung III.

	Verkehrsziffern	% des ganzen Verkehres
Friedenau	1900000	28
Steglitz	2000000	30
Grofs-Lichterfelde	900000	13
Zehlendorf	760000	11
Schlachtensee	240000	3,5
Wannsee	220000	3,5
Neubabelsberg	100000	1,5
Nowawes-Neuendorf	180000	2,5
Potsdam	450000	7

Diesem Verhältnisse mufs auch die Zahl und Stärke der Züge angepafst werden. Da zur Bewältigung des ganzen Verkehres jetzt höchstens 8 Züge von je 12 Wagen in der Stunde nötig sind, so würden für die einzelnen Vororte in der Stunde etwa folgende Zugstärken erforderlich sein:

Für	Friedenau	8 . 0,28	= rund	2,2	Zugeinheiten
«	Steglitz	8 . 0,30	= «	2,4	«
«	Grofs-Lichterfelde	8 . 0,13	= «	1,0	«
«	Zehlendorf	8 . 0,11	= «	0,9	«
«	Schlachtensee	8 . 0,035	= «	0,3	«
«	Wannsee	8 . 0,035	= «	0,3	«
«	Neubabelsberg	8 . 0,015	= «	0,1	«
«	Nowawes-Neuendorf	8 . 0,025	= «	0,2	«
«	Potsdam	8 . 0,07	= «	0,6	«

Nun kommen zwei grundsätzlich verschiedene Betriebsarten in Frage.

Nach der ersten wird der Verkehr verschiedener Orte so weit zusammengelegt, dafs überall Züge von mittlerer Länge verkehren. Die zweite sieht nach jedem Vororte einen besondern Zug vor, der dann entsprechend kürzer gemacht wird.

I. Zusammenlegung verschiedener Verkehrsarten.

Nach dem ersten Verfahren würde es genügen, wenn nach Friedenau und Steglitz in der Stunde je zwei etwas verstärkte Züge abgelassen würden. Für Lichterfelde und Zehlendorf würde alle Stunde ein regelmäfsiger Zug erforderlich sein. Dagegen könnte man den Verkehr der Stationen Schlachtensee, Nicolassee*), Wannsee, Neubabelsberg, Neuendorf und voraussichtlich auch noch Potsdam mittels eines einzigen verstärkten Zuges bewältigen. Erforderlich wäre hiernach zu den Zeiten des starken Verkehres für Friedenau und Steglitz nur ein 30 Minutenverkehr, nach allen übrigen Vororten nur ein 60 Minutenverkehr. Während der übrigen Zeit könnte die Zahl und Stärke der Züge noch erheblich vermindert werden.

Eine so seltene Fahrgelegenheit würde aber den Wünschen der Vorortbewohner jedenfalls nicht entsprechen, weil der jetzt gültige Fahrplan eine wesentlich häufigere Verbindung bietet.

Vorhanden ist bis Zehlendorf in der verkehrschwachen Zeit ein 20 Minutenverkehr, sonst 10 Minutenverkehr: aufserdem erhalten einige besonders stark belasteten Züge noch Vor- und Nachzüge. Nach den ferneren Vororten Schlachtensee, Nicolassee, Wannsee fahren in der Stunde zwei Züge; zu den Zeiten starken Verkehres wird aufserdem noch ein Vor- und Nachzug abgelassen. Neubabelsberg, Neuendorf und Potsdam haben alle Stunden einen Zug.

Mit Rücksicht auf den vorhandenen Zustand scheint es daher zweckmäfsiger, die Zahl der Züge unter entsprechender Verminderung ihrer Stärke gröfser zu nehmen, als oben ermittelt ist.

Allen billigen Anforderungen dürfte es entsprechen, wenn für die näher liegenden Vororte einschliefslich Gr.-Lichterfelde in der Stunde drei Züge, nach Zehlendorf, Schlachtensee, Nicolassee und Wannsee in der Stunde zwei Züge, nach den übrigen Vororten in der Stunde ein Zug fährt.

Es ist beabsichtigt, die angegebene Zugzahl auch zu den Zeiten des schwächsten Verkehres bestehen zu lassen. Während der verkehrschwachen Zeit genügt dann eine sehr geringe Stärke der Züge, in der Regel wird ein Selbstfahrer ausreichen. Genügt das nicht, so wird man einen Zug nehmen, dessen Stärke grade so grofs gemacht wird, wie es der Verkehr erfordert.

Auf den Ortsverkehr, der auf der Wannseebahn sehr gering ist, ist bei Aufstellung des Fahrplanes keine Rücksicht genommen, er mufs entweder den Umweg über Berlin nehmen, oder sich anderer Verkehrsmittel bedienen.

Die Ausgestaltung des Fahrplanes wird in hohem Mafse bedingt durch die Art der Betriebskraft.

In dem Plane Abb. 12, Taf. LIII ist für die Orte von Berlin bis Grofs-Lichterfelde elektrischer Betrieb, von da ab Dampfbetrieb vorgesehen.

Der Verkehr nach Schlachtensee, Nicolassee und Wannsee ist zu einem einzigen Zuge zusammengefafst, ebenso der Verkehr nach Neubabelsberg, Neuendorf und Potsdam. Durch diese Zusammenfassung des Verkehres verschiedener Orte wird die Fahrzeit für die betreffenden Stationen erhöht, und zwar beträgt die Erhöhung gegenüber dem regelmäfsigen Plane, welcher für jeden Ort einen besondern Zug vorsieht,

*) Diese Vorortstation ist erst nach 1897 hinzugekommen.

für Nicolassee 2 Minuten,
» Wannsee 4 »
» Neuendorf 2 »
» Potsdam 4 »

Die aus Abb. 12, Taf. LIII folgenden Fahrzeiten nach den einzelnen Vorortstationen sind in Zusammenstellung IV aufgeführt, daneben auch wieder die nach Plan I erforderlichen Zeiten.

Zusammenstellung IV.

Fahrzeit von Berlin	Plan II Minuten	Plan I Minuten	weniger nach Plan II Minuten
nach Friedenau	5	9,5	4,5
» Steglitz	6,5	14,0	7,5
» Grofs-Lichterfelde	8,5	18,5	10
» Zehlendorf	10,5	23,5	13
» Schlachtensee	13	29,5	16,5
» Wannsee	18,5	36,5	18
» Neubabelsberg	19	44,5	25
» Neuendorf	22	49,5	27,5
» Potsdam	25	53,5	28,5

Die Fahrzeit wird überall etwa auf die Hälfte ermäfsigt.

Zur Erzielung eines vollständigen Vergleiches zwischen Plan I und II der vorliegenden Form soll noch die mittlere Reisedauer für die verschiedenen Vororte angegeben werden. Diese ist nach folgenden Gesichtspunkten berechnet: Wenn ein Reisender unmittelbar nach Abgang eines Zuges eintrifft, so mufs er so lange warten, bis wieder ein geeigneter Zug abfährt, beispielsweise beim 20 Minutenverkehre volle 20 Minuten. Für die später Ankommenden ist die Wartezeit geringer. Im Mittel beträgt die Wartezeit nach Plan I für den 20 Minutenverkehr $20 : 2 = 10$ Minuten, für den 10 Minutenverkehr $10 : 2 = 5$ Minuten.

Bei Plan II ist wegen der seltenern Zugverbindung die mittlere Wartezeit länger, die Fahrzeit kürzer.

Bildet man nun die Summe aus »mittlerer Wartezeit« und »Fahrzeit«, so erhält man die »mittlere Reisedauer«. Diese ist für die verschiedenen Vororte in Zusammenstellung V angegeben. Hierbei ist für Plan I einmal der 10 Minutenverkehr, das andere Mal der 20 Minutenverkehr, für Plan II der in Abb. 12, Taf. LIII dargestellte Fahrplan zu Grunde gelegt.

Zusammenstellung V.

Mittlere Reisedauer von Berlin nach:

	Plan I					Plan II			Unterschied des Planes II gegen I	
	Fahrzeit	Mittlere Wartezeit 10 Minutenverkehr	Mittlere Wartezeit 20 Minutenverkehr	Summe aus mittlerer Wartezeit und Fahrzeit 10 Minutenverkehr	Summe aus mittlerer Wartezeit und Fahrzeit 20 Minutenverkehr	Fahrzeit	Mittlere Wartezeit	Summe aus Fahrzeit und mittlerer Wartezeit	10 Minutenverkehr	20 Minutenverkehr
Friedenau	9,5	5	10	14,5	19,5	5	10	15	+ 0,5	— 4,5
Steglitz	14	5	10	19	24	6,5	10	16,5	— 2,5	— 7,5
Gr.-Lichterfelde	18,5	5	10	23,5	28,5	8,5	10	18,5	— 5	— 10
Zehlendorf	23,5	5	10	28,5	33,5	10,5	15	25,5	— 3	— 8
Schlachtensee	29,5	5	10	34,5	39,5	13	15	28	— 6,5	— 11,5
Wannsee	36,5	5	10	41,5	46,5	18,5	15	33,5	— 8	— 13,0
Neubabelsberg	44,5	5	10	49,5	54,5	—	—	—	—	—
Nowawes-N.	49,5	5	10	54,5	59,5	—	—	—	—	—
Potsdam	53,5	5	10	58,5	63,5	—	—	—	—	—

Beim 20 Minutenverkehre für Plan I wird also die mittlere Reisedauer nach Plan II überall geringer. Auch beim 10 Minutenverkehre verringert sich die mittlere Reisedauer überall, mit Ausnahme der Fahrt nach Friedenau. Demnach kann mit Recht behauptet werden, dafs der neue Fahrplan für die Fahrgäste hinsichtlich der Reisedauer eine Verbesserung gegenüber dem jetzigen Zustande darstellt.

Möglich ist es, den neuen Fahrplan insofern noch mehr dem jetzt vorhandenen Plane anzupassen, als die Fahrgelegenheit nach den Vororten Friedenau bis Grofs-Lichterfelde noch vermehrt werden könnte. Ein Bedürfnis für diese Änderung liegt aber nach dem oben Gesagten zur Zeit nicht vor.

II. Nach jedem Vororte gehen Sonderzüge.

Wenn man den reinen Sonderzugbetrieb zu Grunde legt, so entsteht ein Fahrplan nach Abb. 13, Taf. LIII. Auch hier sind in der Stunde für Friedenau, Steglitz und Grofs-Lichterfelde drei, für Zehlendorf bis Wannsee zwei, für die übrigen Orte ein Zug vorgesehen. Die Zugstärke würde etwa betragen:

nach Friedenau . . . 10 Wagen,
» Steglitz . . . . 10 »
» Grofs-Lichterfelde . 4 »
» Zehlendorf . . . 5 »
» Potsdam . . . . 6 bis 7 Wagen,

während für die übrigen Orte je ein Triebwagen genügen würde.

Der neue Fahrplan wird zweifellos, namentlich, wenn die Fahrpreise den geringeren Betriebskosten entsprechend ermäfsigt werden, die Folge haben, dafs der Verkehr stark wächst. Besonders wird dies zutreffen für die weiteren Vororte Schlachtensee bis Potsdam. Dann wird auch das Bedürfnis häufigerer Fahr-

gelegenheit und immer schnellerer Fahrt nach diesen Orten eintreten. Man wird dann die Blockabstände verkleinern, die Züge vermehren und sich allmälig dem Regelplane Abb. 11, Taf. LIII nähern. Ist letzterer erreicht, so sind die Fahrten nach allen Vororten gleich häufig, und zwar könnten die Zuggruppen sich bei 80 km/St. Geschwindigkeit in 46 Minuten Abstand folgen, woraus sich bei Benutzung beider Gleise ein 23 Minutenverkehr ergäbe. Da der Zwischenraum von 23 Minuten für einen regelmäfsigen Fahrplan nicht geeignet ist, so wird man durch Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auf etwa 95 km/St. einen 20 Minutenverkehr für alle Vororte einrichten. Dann erst würde der Vorteil des neuen Planes in vollem Umfange erreicht sein.

Einer besondern Erörterung bedürfen noch die Betriebsverhältnisse des Bahnhofes Grofsgörschenstrafse.

Dieser Bahnhof kann hinsichtlich seiner Betriebsverhältnisse nicht als reiner Vorortbahnhof angesehen werden, er ist zum Teil Vorortbahnhof, zum Teil Endstation, zum Teil Übergangsstation für die Reisenden, die von der Wannseebahn auf die Ringbahn und umgekehrt übergehen.

Wenn man diesen Verhältnissen in vollem Umfange Rechnung tragen will, bleibt nichts anderes übrig, als alle Züge, wie bisher, hier halten zu lassen. Dies hätte jedoch den Nachteil, dafs die Fahrzeit für alle Züge gegenüber dem oben erläuterten Plane um 2 Minuten verlängert würde. Aufserdem würde in diesem Falle der Fahrplan nicht so regelmäfsig sein können, wie in Abb. 11, Taf. LIII dargestellt. Man wird daher vor Einführung des Planes II in ernstliche Erwägung ziehen müssen, ob nicht dieser Bahnhof für den öffentlichen Verkehr ganz geschlossen werden könnte. Der Übergang von der Wannseebahn auf die Ringbahn und umgekehrt könnte ebenso gut im Potsdamer Bahnhofe erfolgen. Die jetzt von den weiteren Vororten kommenden, in Grofsgörschenstrafse aussteigenden Reisenden müfsten dann künftig im Potsdamer Bahnhofe aussteigen.

Dagegen müfsten die jetzt vom Potsdamer Bahnhofe nach Grofsgörschenstrafse fahrenden und dort aussteigenden Reisenden sich anderer Verkehrsmittel bedienen.

Sollte die gänzliche Aufhebung des Bahnhofes nicht angängig sein, so würde man wenigstens den Versuch machen, ihn in betriebstechnischer Hinsicht genau ebenso zu behandeln, wie die übrigen Vororte, im Rahmen des Planes II würden also besondere Züge zwischen Potsdamer Bahnhof und Grofsgörschenstrafse verkehren, alle übrigen Züge mit Ausnahme der etwa zwischen den Zuggruppen einzurichtenden Omnibuszüge würden aber durchfahren.

Beträchtliche Schwierigkeiten wird die Umgestaltung des Potsdamer Bahnhofes verursachen. Diese ist nötig, weil eine bedeutende Vermehrung der Bahnsteiganlagen oder die Herstellung einer Umkehrschleife erforderlich wird. Angesichts der aufsergewöhnlichen Vorteile des neuen Planes wird man aber im Hinblicke auf die volkswirtschaftliche Bedeutung der Vorortbahnen auch vor erheblichen baulichen Schwierigkeiten nicht zurückschrecken dürfen.

Die Bahnbewachung auf verkehrsreichen Eisenbahnen.

Von **C. Schilling,** Geheimem Baurate in Cöln.

Weikard und Ebert in München haben früher*) dankenswerte eingehende Mitteilungen über die Vereinfachung des Bahnunterhaltungsdienstes und Herstellung von Weg-Unter- und -Überführungen bei den bayerischen Staatseisenbahnen gemacht, wonach durch Trennung des Schrankendienstes vom Bahnaufsichtsdienste und durch Beseitigung von 665 schienengleichen Übergängen durch Unter- oder Überführung der betreffenden Wege 338 Wärterposten in den letzten 12 Jahren haben eingezogen werden können.

Es erscheint nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, dafs diese Trennung der Bahnwärter in die zwei Gruppen der stets an ihrem Posten verbleibenden Signal- und Wegewärter und der den Bahnkörper und die Gleise überwachenden Wanderwärter, sowie die Über- und Unterführung von Wegen und andere Mittel zur Verbesserung des Bahnbewachungsdienstes und Verminderung seiner Kosten vom Verfasser bereits 1881 den Verwaltungen aller stark betriebenen Eisenbahnen empfohlen worden ist,**) und zwar unter Mitteilung von vergleichenden Karten der Strecke Cöpenick-Sommerfeld, in der die preufsische Staatseisenbahnverwaltung diesen Vorschlag ausgeführt hatte, einmal mit der alten Besetzung mit Bahnwärtern, und sodann mit der neuen Einteilung in Strecken für Streckenwärter, Wanderwärter, und Posten für Wegewärter, sowie Nachweisung der hierdurch und durch die Über- und Unterführung von Wegen, sowie andere Mittel erzielten Ersparnisse von rund einem Viertel der früheren laufenden Ausgaben, oder von rund 400 M für das Bahnkilometer.

In diesem Aufsatze vom Jahre 1881 sind auch bereits alle die verschiedenen Mittel angegeben, durch die nach der Mitteilung von Weikard und Ebert die bayerischen Staatsbahnen den Bewachungsdienst verbessert und seine Kosten verringert haben. Wie die Verfasser richtig bemerken, ist das Gelände in Bayern für die Über- und Unterführung der Wege günstiger als in Preufsen, indes hat auch hier die so wünschenswerte Beseitigung von Schienenübergängen Fortschritte gemacht; so sind beispielsweise noch in den letzten Jahren in den freien Strecken der Linie Cöln-Herbesthal 11 Schienenübergänge durch 7 Unterführungen und 3 Überführungen ersetzt und ein zwölfter gelegentlich eines Verkoppelungsverfahrens gegen eine Geldentschädigung von 2000 M aufgehoben worden. Dabei ist auch die Landwirtschaft gefördert, indem unter anderen ein Fufsweg zu einem Fahrwege ausgebaut wurde, wobei die Mehrkosten der Fahrwegunterführung gegen eine Unterführung des bestehenden Fufsweges von der Gemeinde getragen wurden. Für die Bahnverwaltung sind dabei unter Trennung des Bewachungsdienstes Ersparnisse an dessen Kosten erzielt worden, die die aufgewendeten Baukosten in acht Jahren tilgen.

Immerhin ist zu wünschen, dafs auch die preufsische Eisen-

*) Organ 1903, S. 118 u. ff.

**) Organ 1881, S. 1 und ff.

bahnverwaltung in rascherem Fortschritte die Trennung des Bahnbewachungsdienstes auf allen Hauptbahnen durchführt und mit Ersetzung von Schienenübergängen durch Über- und Unterführung der Wege fortfährt. Denn in den 25 Jahren, die seit dem beschriebenen ersten Vorgehen dieser Art in der Strecke Berlin-Sommerfeld verflossen sind, haben Zahl und Geschwindigkeit der Züge aufserordentlich zugenommen, und damit sind die aus der Betriebsicherheit entnommenen Gründe für diese neue Gestaltung des Bahnbewachungsdienstes gewichtiger geworden. Anderseits sind Gehälter und Löhne der Wärter um wenigstens 30 % gestiegen, der Zinsfufs aber, den der Staat zahlt, von $4^1/_2$ auf $3^1/_2$ % gefallen, die Baukosten der Unter- und Überführung der Wege aber werden kaum höher sein als damals, denn das Steigen der Löhne und Baustoffpreise wird durch die billigen Eisen- und Eisenbeton-Bauten, die jetzt allgemeine Anwendung finden, annähernd ausgeglichen. Damit gestalten sich aber die wirtschaftlichen Berechnungen heute günstiger als vor 25 Jahren.

Zweck dieser Zeilen ist es, von neuem zu einer Fortsetzung dieser Umgestaltung des Bahnbewachungsdienstes anzuregen und insbesondere nochmals den am Schlusse des Aufsatzes im Jahrgange 1881 gemachten Vorschlag zu empfehlen, die nächtlichen Bahnstrecken-Begehungen überhaupt wegfallen zu lassen, wodurch in dem dort zu Grunde gelegten Beispiele der Strecke Cöpenick-Sommerfeld 200 M/km jährlich erspart würden. Den bereits 1881 hierfür angeführten Gründen dürfte jetzt noch hinzuzufügen sein, dafs inzwischen die Bremsung der Züge so viel wirksamer und zuverlässiger, auch die Beleuchtung der vorliegenden Strecke durch die Lokomotivlaternen stärker geworden ist und mit fortschreitender Einführung der elektrischen Beleuchtung gesteigert werden wird, dafs hierdurch für jeden Zug eine Sicherung gegen Unfälle durch Hindernisse auf der Bahn geschaffen wird, während ein solches Fahrthindernis in der Regel schon eine Mehrzahl von Zügen gefährdet haben wird, ehe der Streckenwärter die betreffende Stelle begeht. Die erheblichen für diese nächtlichen Begehungen aufgewendeten Mittel werden also ohne Zweifel nützlicher für die erwähnte bessere Ausrüstung der Züge und für Vervollkommnung des Nachrichtendienstes zwischen Strecke und Stationen durch Hülfstelegraphen und Fernsprecher verwandt werden. Dafs auch die Streckenbegehung bei Tage billiger als in jenem Beispiele Cöpenick-Sommerfeld bestritten werden kann, und zwar ohne Benachteiligung der Betriebsicherheit, ist aus den Mitteilungen von W e i k a r d und E b e r t zu entnehmen; denn danach führen die bayerischen Staatsbahnen die hierüber erlassenen Bestimmungen so aus, dafs eine dreimalige Begehung genügt, wobei jede Richtung zählt, während bei den preufsischen Bahnen stets ein dreimaliger Hin- und Hergang üblich gewesen ist. Unzweifelhaft genügt die bayerische Auffassung den Bestimmungen und es ermäfsigt sich dadurch die Leistung auf die Hälfte, es kann also dem Streckenwärter eine doppelt so lange Strecke zugewiesen werden, wenn er dabei zum Schlusse eine Station erreicht, um nach Hause zu fahren. In den vielen Fällen, wo dies nicht tunlich ist, wird aber ein zweimaliger Hin- und Hergang genügen, sodafs seine Strecke die 1,5 fache Länge von 5 bis 6 km wird erhalten können.

Die Nachweisung dieser möglichen Ersparnisse an laufenden Ausgaben für Bahnbewachung ist um so wichtiger, je stärker die Abneigung der Verwaltung ist, den Jahreshaushalt durch so hohe einmalige Ausgaben, wie sie die Beseitigung von Schienenübergängen erfordert, zu belasten. Alljährlich wiederholt sich bei der Aufstellung der Vorgang, dafs die geforderte Ermäfsigung der Ausgabensumme durch das einfachste Mittel der Streichung derjenigen einmaligen oder aufserordentlichen Ausgaben bewirkt wird, die nicht unbedingt nötig sind, und so werden dann die Mittel für Beseitigung der Übergänge meist erst bei der dritten oder vierten Wiederkunft bewilligt.

Die aufserordentlich hohen Kosten, die die Eisenbahnverwaltungen zur Sicherung des Betriebes heute für durchgehende Streckenblockung, durchgehende Bremsen, elektrische Beleuchtung, Stellwerke und Signalwesen aufwenden, legen den Beamten aller Dienstzweige die Verpflichtung auf, die überkommenen Einrichtungen darauf zu prüfen, ob sie auch den veränderten Verhältnissen entsprechen, oder entbehrt, oder durch billigere ersetzt werden können. Für die Bahnbewachung sind es in erster Linie die Lokalbaubeamten, Bauinspektoren und Betriebsinspektoren, die hier verdienstlich wirken können, wozu die besprochenen Aufsätze von W e i k a r d und E b e r t im Jahrgange 1903 und die Bahnbewachung auf verkehrsreichen Eisenbahnen im Jahrgange 1881 dieser Zeitschrift eingehende Anleitung enthalten.

Schneedächer im westlichen Nordamerika.

Von Regierungs-Baumeister Dr.-Ing. **Blum.**

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 bis 10 auf Tafel LX.

Die Eisenbahnen Nordamerikas haben besonders im Westen in den endlosen Prärieen und bei den Überschreitungen der hohen Felsengebirge sehr unter Schneeverwehungen zu leiden, und zwar bis zu neun Monaten im Jahre — vom 1. Oktober bis 1. Juli. Gewaltige Schneestürme sind selbst im Sommer im Felsengebirge keine Seltenheit, so fuhren wir Mitte September zwischen Pueblo und Salt Lake City stundenlang durch heftigstes Schneegestöber.

Während die Eisenbahnen im Osten und Süden von Nordamerika wie bei uns mit Schneezäunen und Verflachen der Einschnittsböschungen auskommen, genügen diese Mittel im Westen nicht, und die Eisenbahnen wurden daher auf viele Meilen mit Schneedächern überbaut, sodafs der Zug wie in einem Tunnel fährt. Sie sind aber den Reisenden, denen dadurch die Aussicht genommen wird, und den Eisenbahn-Ingenieuren ein Hindernis, da sie recht kostspielig sind, eine sorgfältige Unterhaltung erfordern, die Unterhaltung der Bahn erschweren und der Feuersgefahr sehr ausgesetzt sind.

Mit der Verbesserung der Schneepflüge hat man daher auf vielen Linien die Schneedächer verlassen, man hat sie zwar

nicht abgerissen aber sie nach einem Brande nicht wieder aufgebaut, dafür aber die gewaltigen rotierenden Schneeschleudern*) eingeführt. Mit diesen hat man sehr gute Erfahrungen gemacht, und sie stellen sich im ganzen billiger als die Schneedächer, die darum aber noch nicht ganz verlassen sind, wie wir in Deutschland vielfach annahmen. Einzelne Eisenbahnen halten vielmehr an ihnen fest, besonders die Süd-Pacific-Bahn, die auf der Strecke Ogden-San Francisco bei der Übersteigung der Sierra Nevada mit einer Pafshöhe von 2138 m noch meilenweit unter Schneedächern liegt und dadurch an den steilen Hängen gleichzeitig gegen Steinschläge gesichert ist.

Nach langjährigen Erfahrungen und sorgfältigen Versuchen ist man bei der genannten Linie jetzt zu einer im folgenden beschriebenen Regelbauart gekommen, die allgemein eingeführt ist und sich nach übereinstimmendem Urteil sehr gut bewährt.

Die Hauptgefahr bildet für die Schneedächer das Feuer, das sehr rasch um sich greift, da das ganze Dach wie ein Feuerzug wirkt. Löschen des Feuers ist kaum möglich, und man konnte früher Feuersbrünste nur dadurch bewältigen, dafs man das Dach auf etwa 30 m abbrach. Es wurde dann versucht, in den hölzernen Bau in bestimmten Abständen eiserne Zwischenteile einzuschieben, aber ohne Erfolg, da die Zugwirkung bestehen blieb, und das Feuer daher von Holzbau zu Holzbau durchschlug. Dagegen hat man mit folgender Anordnung einen vollen Erfolg erzielt: In Abständen von 300 m wird das Schneedach auf 30 m Länge unterbrochen und durch ein bewegliches Dach ersetzt, das mittels Rollen auf Schienen läuft und nach Abb. 5, Taf. LX bei Feuersgefahr und während des Sommers in die zu diesem Zwecke auf 15 m Länge entsprechend erweiterten Enden der festen Dächer mittels Lokomotiven hineingeschoben wird. Bei einem Brande können daher immer nur 100 m vernichtet werden, und im Sommer ist durch die vorhandenen Zwischenräume besser für Luft und Licht gesorgt, die Rauchbelästigung gemildert und die Aussicht wenigstens nicht ganz versperrt.

*) Organ 1885, S. 109 und 189; 1886, S. 190; 1887, S. 258; 1888, S. 122; 1889, S. 39, 170 und 249; 1890, S. 115; 1891, S. 129; 1892, S. 82; 1893, S. 39 und 198; 1895, S. 128; 1896, S. 275.

Die üblichen Anordnungen eines Schneedaches zeigten Abb. 6 und 7, Taf. LX. In Abständen von 2,44 m stehen Binder, die aus den senkrechten Pfosten a, den Querträgern b und den Doppelstreben c bestehen. Der Längsverband wird durch die in jedem zwölften Felde vorgesehenen Streben d gebildet. Die Holzverschalung wird in der Decke von Längshölzern, in den Seiten von Pfosten getragen, die nach aufsen schräg stehen.

Bei den an steilen Hängen liegenden Schneedächern, die einen grofsen Teil der Anlagen ausmachen, ist man zu einer zweckmäfsigen Querschnittsgestaltung des Daches erst nach langen Versuchen gekommen. Im Anfange gab man den Dächern nach Abb. 8, Taf. LX einen Querschnitt mit senkrechten Wänden, hierbei sammelte sich aber der Schnee in dem Zwischenraume bei a und verdrückte das ganze Dach nach aufsen, sodafs es die gestrichelte Lage annahm und in die Umrifslinie hineinragte. Um die Vordrückung zu verhindern, wurde die am ansteigenden Hange liegende Wand nach Abb. 9, Taf. LX verankert, aber Schnee und Geröll lasteten auf den Ankerstangen und bogen sie durch, sodafs das Schneedach nach der andern Seite verdrückt wurde. Endlich gab man den Pfosten die in Abb. 6 und 10, Taf. LX dargestellte Neigung nach aufsen. Der Schnee wird im Sommer bei m aufgegraben und gleitet über das Dach ab, und der in dem Raume a zurückbleibende Schnee findet an der schrägen Wand nicht genügend Widerstand, um eine Vordrückung des Daches hervorrufen zu können. Der Neigungswinkel der Wand wird nach der Tiefe des Einschnittes und der Neigung des Hanges verschieden bemessen, wozu sorgfältige Versuche angestellt worden sind.

Die in dieser Weise erbauten Schneedächer der Süd-Pacific-Bahn bewähren sich nach Angabe des Ober-Ingenieurs sehr gut und sollen erhalten bleiben und noch auf weiteren Strecken hergestellt werden.

Bremsversuche mit der Westinghouse-Schnellbremse an Güterzügen.

Von E. Streer, Inspektor der ungarischen Staatsbahnen zu Budapest.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel LXI.

1. Einleitung.

Der technische Ausschufs des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen beschäftigt sich seit längerer Zeit mit der Erörterung der Einführung einer einheitlichen durchgehenden und selbsttätigen Güterzugbremse, und hat zu diesem Zwecke die Eisenbahn-Verwaltungen aufgefordert, Versuche mit verschiedenen Bremsarten vorzunehmen

Auf den Linien der ungarischen Staatsbahnen wurden Bremsversuche an Güterzügen mit der Westinghouse-Schnellbremse vorgenommen, über deren Durchführung und Ergebnisse hier berichtet wird.*)

2. Ausrüstung des Versuchszuges.

Die Versuchszüge der verschiedenen Zugbildungen bestanden aus 103 oder 101 bezw. 99 Achsen, und waren aus folgenden Wagen-Gattungen zusammengestellt (Abb. 3, Taf. LXI).

*) Versuche der bayerischen Staatsbahnen. Organ 1904, S. 87.

25 Personenwagen III. Klasse mit Westinghouse-Schnellbremse. Diese Wagen hatten ein Durchschnittsgewicht von etwa 15 t und vertraten bei den Versuchen die beladenen Güterwagen;

15 gedeckte leere Güterwagen, ebenfalls mit Westinghouse-Schnellbremse; ihr Durchschnittsgewicht betrug 9,6 t;

10 gedeckte leere Güterwagen mit Bremsleitung und einem Durchschnittsgewichte von 7,8 t.

Alle Wagen waren zweiachsig und mit Übertragungsventilen*) ausgerüstet, damit die Verteilung der Brems- und Leitungswagen nach Belieben ohne Umstellen geändert werden konnte. Bei den auf Leitung zu stellenden Wagen wurde dieses Ventil geöffnet und das Steuerventil ausgeschaltet, während bei den zu bremsenden Wagen der umgekehrte Vorgang eingehalten wurde.

*) Organ 1904, S. 87, Tafel XXI.



Das Ende des Wagenzuges bildete ein dreiachsiger Personenwagen von 15,4 t, in welchem ein Kapteyn'sches Schreibwerk aufgestellt war und welches zur selbsttätigen Aufschreibung der Drucke in der Hauptleitung, im Hülfsluftbehälter und Bremszylinder diente. Aufserdem war er mittels Kabel-Leitung mit den elektrischen Stromschliefsern des Bremshahnes auf der Lokomotive verbunden, um auch den Zeitpunkt des Bremsens und des Lösens der Bremse aufzuschreiben.

Eine Sekunden-Uhr merkte auf dem Papierstreifen die Zeit an, und ein selbsttätiger Wegmesser diente zur genauen Feststellung der Bremswege.

Drei Spannungsmesser zeigten aufserdem die Drucke in der Hauptleitung, im Hülfsluftbehälter und im Bremszylinder an.

Dieser Versuchswagen war mit der Lokomotive durch Fernsprecher verbunden.

Ein zweiter Versuchswagen von 15,3 t mit sehr genau zeigendem Geschwindigkeitsmesser, Bauart Digeon, wurde blofs bei den Versuchen auf der Gefällstrecke als letzter Wagen dem Zuge beigegeben.

Das Gewicht des Wagenzuges schwankte je nach der Zusammenstellung zwischen 583 und 614 t, die Länge zwischen 510 und 532 m.

Die Versuchszüge beförderte eine 3/3 gekuppelte Güterzug-Verbund-Lokomotive mit dreiachsigem Tender. Das Dienstgewicht betrug 42,5 + 25,5 = 68 t. Nur der Tender hatte die Westinghouse-Schnellbremse, die Lokomotive war nicht gebremst.

Um möglichst rasches Lösen aller Bremsen und schnelles Auffüllen der langen Luftleitung und aller Hülfsluftbehälter zu erzielen, wurde an der Lokomotive ein zweiter Hauptluftbehälter angebracht; der Rauminhalt beider Hauptluftbehälter zusammen betrug 700 l.

Die Angaben über die Gewichts- und Brems-Verhältnisse der verwendeten Fahrbetriebsmittel sind in nachstehender Zusammenstellung enthalten.

Bezeichnung des Fahrzeuges	Durchschnitts-Gewicht t	Übersetzungs-Verhältnis des Bremsgestänges	Kolbenhub durchschnittlich 150 mm — Kolben-Durchmesser des Bremszylinders mm	Kolbenfläche des Bremszylinders qcm	Bei 4 at Bremszylinder-Druck werden vom Eigengewichte gebremst %
Lokomotive	42,500	—	—	—	—
Tender	25,500	1 : 4,90	330,2	856	66 %
Personenwagen III. Klasse mit Brems-Einrichtung	15,00	1 : 9,25	203,2	324	80 % *)
Gedeckter Güterwagen mit Brems-Einrichtung	9,60	1 : 6,48	203,2	324	87,6 %
Gedeckter Güterwagen mit Brems-Leitung	7,82	—	—	—	—
Versuchswagen mit Kapteyn'scher Einrichtung, Nr. 1586	15,38	1 : 6,20	203,2	324	52,2 % **)
Versuchswagen mit Digeon'schem Geschwindigkeitsmesser, Nr. 131	15,28	—	—	—	—

*) Bei tatsächlicher Verwendung beladener Güterwagen, welche mit etwa 90% des Leergewichtes gebremst werden, würde die Verhältniszahl zum ganzen gebremsten Gewichte entsprechend geringer werden.

**) Auf das ganze Eigengewicht des dreiachsigen Wagens bezogen, an dem blofs die beiden Endachsen gebremst waren.

Bei Zugbildung A (Abb. 3, Tafel LXI) waren die schweren Wagen gleichmäfsig verteilt, bei B befanden sich die schweren Wagen überwiegend in der einen Zughälfte, bei C vorwiegend in der Mitte des Zuges, bei D wurden die schweren Wagen ebenfalls ziemlich gleichmäfsig im Zuge verteilt, wie dies im Betriebe häufig vorkommt.

Die Verteilung der Bremsen erfolgte nach den Betriebsvorschriften auch tunlichst gleichmäfsig, die Bremsverteilungen sind in Abb. 3, Taf. LXI mit Ia, Ib, IIa, IIb u. s. w. bezeichnet. Bei den mit dem Zeichen a versehenen Verteilungen sind vorwiegend schwere Wagen, in den mit b bezeichneten vorwiegend leichte Wagen gebremst worden.

Wie aus Abb. 3, Taf. LXI ersichtlich ist, wurden bei den Versuchszügen nach Zugbildung A, B, C bei Bremsverteilung

Ia und Ib ungefähr 13 %
IIa « IIb « 24 «
IIIa « IIIb « 32 «
IVa « IVb « 42 «

bei dem Zuge der Bildung D bei Bremsverteilung

I ungefähr 9 %
II « 13 «
III « 24 «

vom Gewichte des Wagenzuges gebremst.

3. Art der Versuche.

Die Bremsversuche fanden auf der nahezu wagerechten Strecke Budapest-Czegléd und auf der nahezu 36 km langen Strecke Jánoshegy-Garam Berzencze mit 16 ‰ Gefälle statt (Abb. 1 und 2, Taf. LXI).

Auf ersterer Strecke wurden ausschliefslich Schnellbremsungen vorgenommen, auf letzterer hauptsächlich Betriebsbremsungen zum Zwecke der Regelung der Geschwindigkeiten.

4. Schnellbremsversuche auf der Strecke Budapest-Szegléd.

Der Versuchszug, mit welchem auf der Strecke Budapest-Czegléd ausschliefslich Schnellbremsungen vorgenommen wurden, bestand bei Zugbildung A, B und C aus 103 Achsen, bei D hatte er blofs 99 Achsen, dabei waren alle Wagen lose gekuppelt.

Die Ergebnisse der während dieser Fahrten vorgenommenen Schnellbremsungen sind in der Zusammenstellung I enthalten.

Die Fahrten Nr. I, II und III wurden mit Zugbildung B, Nr. IV und V mit A, Nr. VI, VII, VIII und IX mit C und Nr. X und XI mit D vorgenommen.

Zusammen-

Zug

Versuchsfahrt Nr. I von Budapest

Nr. des Versuches	Lokomotive und Tender: Gewicht	hiervon gebremst t	hiervon gebremst %	Des Wagenzuges: Achsenzahl unbeladen	Achsenzahl beladen	Achsenzahl im ganzen	Gewicht t	Vom Wagenzuge gebremst: Gewicht t	Achsen unbeladen	Achsen beladen	% des Gewichtes	% der Achsen	Bremsverteilung der Zugbildung	Leitungsdruck vor der Bremsung at	Leitungsdruck nach der Bremsung at	Bremszylinderdruck at	Zeit vom Umlegen des Bremshahnes bis zum Eintritte der Luft in den Bremszylinder des letzten Wagens Sek	Fahrgeschwindigkeit beim Umlegen des Bremshahnes km/St	Bremszeit vom Umlegen des Bremshahnes bis zum Stillstande des Zuges Sek	Bremsweg vom Umlegen des Bremshahnes bis zum Stillstande des Zuges m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	142,97	20	6	23,3	25,25	II b	4,9	0,2	3,8	4,50	24	18	100
2	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	5,0	„	3,8	4,50	24	17	91
3	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	5,0	„	3,8	4,50	30,5	22	145
4	„	„	„	„	„	„	„	146,28	8	14	23,9	21,4	II a	4,9	„	3,7	4,50	54	45	433
5	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	„	3,7	4,50	27,5	15	93
6	„	„	„	„	„	„	„	74,6	12	2	12,18	13,6	I b	5,0	„	3,8	4,30	24	21	107
7	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	„	3,6	4,38	37	42	279
8	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	„	3,6	4,37	44,5	58	460
9	„	„	„	„	„	„	„	76,14	6	6	12,45	11,65	I a	4,9	„	3,7	4,37	48	64	526
10	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,7	„	3,5	4,37	27	27	135
11	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	5,0	„	3,7	4,37	15	15	54

Versuchsfahrt Nr. II von Czegléd

Nr.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	142,97	20	6	23,3	25,25	II b	4,8	0,2	3,6	4,41	38	25	195
2	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	„	3,7	4,50	28	14	104
3	„	„	„	„	„	„	„	76,14	6	6	12,45	11,65	I a	4,5	„	3,4	4,40	31	30	186
4	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	„	3,6	4,24	18	16	66
5	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	5,2	„	3,7	4,60	43	46	360
6	„	„	„	„	„	„	„	74,6	12	2	12,18	13,6	I b	5,0	„	3,7	4,30	38	49	337
7	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	5,0	„	3,7	4,39	43	54	407
8	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	„	3,7	4,42	32	37	215
9	„	„	„	„	„	„	„	146,28	8	14	23,9	21,4	II a	5,1	„	3,8	4,37	46	38	331
10	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	„	3,6	4,40	44	32	267

Versuchsfahrt Nr. III von Budapest

Nr.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	251,86	30	14	41,1	42,75	IV b	4,8	0,3	3,7	4,30	25,5	9	61
2	„	„	„	„	„	„	„	255,80	12	26	41,7	36,9	IV a	4,8	„	3,7	4,20	51	26	265
3	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	„	3,8	4,10	18	6	35
4	„	„	„	„	„	„	„	201,75	26	10	32,9	34,95	III b	5,0	„	3,8	4,25	35	18	137
5	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	„	3,7	4,17	36	21	162
6	„	„	„	„	„	„	„	201,17	10	20	32,8	29,15	III a	5,0	„	3,7	4,17	46	31	279
7	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	„	3,7	4,18	50	30	286
8	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	„	3,7	4,18	13	5	26

*) Alle in Zusammenstellung I enthaltenen Bremsungen sind Schnellbremsungen.

stellung I.*)

bildung B.

nach Czegléd am 28. X. 1904.

Ort des Versuches: Station oder km	Steigung ‰	Gefälle ‰	Verzögerung bei Schnellbremsungen %	Bremsweg auf die Wagerechte umgerechnet m	Witterung	Zustand der Schienen	Bemerkungen: Besondere Vorkommnisse: Zugzerreifsungen, Schleifen der Räder	Beobachtungen vorn auf der Lokomotive	Beobachtungen hinten im Versuchswagen
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Köbánya	—	—	2,26	100	Regen, Windstill	Feucht	—	Ein Ruck vor dem Anhalten	Zwei Stöfse
Szt.-Lörincz	3,47	—	2,14	106	—	—	—	Stofsfrei	Eine kleine Schwankung
282,7	—	2,49	2,77	132	—	—	—	Ein Ruck vor dem Anhalten	Zwei kleinere Stöfse
Vecsés	—	—	2,64	433	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 ‰ Gefälle	Stofsfrei	Stofsfrei
Üllö	2,5	—	2,95	101	—	—	—	Schwacher Ruck	„
297,1	—	0,48	2,17	104	—	—	—	Stofsfrei	Ein schwacher Stofs
Monor	0,41	—	1,89	284	—	—	—	„	Stofsfrei
Pilis	—	1,84	1,88	413	—	—	—	„	„
Alberti-Irsa	—	—	1,72	526	—	—	—	„	„
328,4	0,6	—	2,06	139	—	—	—	„	„
Czegléd	—	—	1,64	54	—	—	—	„	„

nach Budapest am 28. X. 1904.

Station oder km	Steigung ‰	Gefälle ‰	Verzögerung %	Bremsweg m	Witterung	Zustand der Schienen	Besondere Vorkommnisse	vorn auf der Lokomotive	hinten im Versuchswagen
326,4	0,1	—	2,9	196	Regen, Windstill	Feucht	—	Stofsfrei	Stofsfrei
Alberti-Irsa	—	—	2,96	104	—	—	—	„	„
Pilis	1,84	—	1,85	204	—	—	—	„	„
314,1	1,84	—	1,75	73	—	—	—	„	„
Monor	—	0,41	2,06	353	—	—	—	„	Eine kleine Schwankung
301,5	—	1,18	1,81	314	—	—	—	„	Stofsfrei
Üllö	—	2,5	2,04	356	—	—	—	„	„
Vecsés	—	—	1,88	215	—	—	—	„	„
Szt.-Lörincz	—	3,47	2,87	289	—	—	—	Ein Ruck vor dem Anhalten	Eine kleine Schwankung
Köbánya	—	—	2,85	267	—	—	—	„	Ein kleiner Stofs

nach Czegléd am 29. X. 1904.

Station oder km	Steigung ‰	Gefälle ‰	Verzögerung %	Bremsweg m	Witterung	Zustand der Schienen	Besondere Vorkommnisse	vorn auf der Lokomotive	hinten im Versuchswagen
Szt.-Lörincz	3,47	—	3,84	67	Heiter und windig + 10° C.	Trocken	Bruch der Schraubenkuppelung zwischen 13. und 14. Wagen, alter Anbruch	Stofsfrei	Ein kleiner Stofs beim Anhalten
Vecsés	—	—	3,85	265	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 ‰ Gefälle	„	Stofsfrei
Üllö	2,5	—	3,38	38	—	Schienen mit Laub bedeckt	Schleifen der Räder wegen Laubes auf den Schienen	„	„
Monor	0,41	—	3,48	138	—	—	Bruch der Schraubenkuppelung zwischen 42. und 43. Wagen, frischer Anbruch	Schwache Stöfse	Zwei mittlere Stöfse
Pilis	—	1,84	3,32	154	—	—	—	„	Stofsfrei
Alberti-Irsa	—	—	2,98	279	—	—	—	„	„
334,0	—	4,07	3,84	256	—	—	—	Stofsfrei	„
Czegléd	—	—	2,56	26	—	—	—	„	„

Zug-

Versuchsfahrt Nr. IV von Budapest

Nr. des Versuches	Lokomotive und Tender: Gewicht	Lokomotive und Tender: hiervon gebremst t	Lokomotive und Tender: hiervon gebremst %	Des Wagenzuges: Achsenzahl unbeladen	Des Wagenzuges: Achsenzahl beladen	Des Wagenzuges: Achsenzahl im ganzen	Des Wagenzuges: Gewicht t	Vom Wagenzuge gebremst: Gewicht t	Vom Wagenzuge gebremst: Achsen unbeladen	Vom Wagenzuge gebremst: Achsen beladen	Vom Wagenzuge gebremst: % des Gewichtes	Vom Wagenzuge gebremst: % der Achsen	Bremsverteilung der Zugbildung	Leitungsdruck vor der Bremsung at	Leitungsdruck nach der Bremsung at	Bremszylinderdruck at	Zeit vom Umlegen des Bremshahnes bis zum Eintritte der Luft in de. Bremszylinder des letzten Wagens Sek	Fahrgeschwindigkeit beim Umlegen des Bremshahnes km/St	Bremszeit vom Umlegen des Bremshahnes bis zum Stillstande des Zuges Sek	Bremsweg vom Umlegen des Bremshahnes bis zum Stillstande des Zuges m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	251,81	30	14	41,1	42,75	IV b	4,9	0,3	3,7	5,10	25	14	66
2	„	„	„	„	„	„	„	256,62	12	26	41,9	36,9	IV a	4,9	0,3	3,7	4,75	52,5	32	286
3	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	5,0	0,3	3,8	4,55	29	16	81
4	„	„	„	„	„	„	„	202,65	26	10	33,0	34,95	III b	4,95	0,3	3,8	4,45	33	21	118
5	„	„	„	„	„	„	„	201,82	10	20	32,9	29,15	III a	4,9	0,3	3,75	4,60	35	23	137
6	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	5,1	0,3	3,9	4,37	37,5	26	168
7	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	5,0	0,3	3,75	4,37	43,5	36	278
8	„	„	„	„	„	„	„	„	20	20	23,45	25,25	II b	5,0	0,2	3,8	4,40	45	35	254
9	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	5,0	0,2	3,8	4,27	54	52	454

Versuchsfahrt Nr. V von Czegléd

Nr.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	146,43	8	14	23,9	21,4	II a	4,8	0,2	3,6	4,25	36	27	203
2	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	0,2	3,6	4,20	33	21	148
3	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,8	0,2	3,5	4,25	25	14	95
4	„	„	„	„	„	„	„	74,75	12	2	12,2	13,6	I b	4,8	0,2	3,6	4,25	48	64	515
5	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	0,2	3,6	4,25	44	62	434
6	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,8	0,2	3,6	4,27	35,5	41	271
7	„	„	„	„	„	„	„	76,08	6	6	12,4	11,65	I a	4,9	0,2	3,5	4,27	43	63	527

Zug-

Versuchsfahrt Nr. VI von Budapest

Nr.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	201,71	10	20	32,85	29,15	III a	4,7	0,3	3,5	4,80	30	14	97
2	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,7	0,3	3,5	4,85	28	14	93
3	„	„	„	„	„	„	„	201,99	26	10	32,9	34,95	III b	4,9	0,3	3,6	4,85	56	34	360
4	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,8	0,2	3,6	5,0	31	16	112
5	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	0,3	3,6	4,85	32	13	103
6	„	„	„	„	„	„	„	256,37	12	26	41,9	36,9	IV a	4,9	0,3	3,6	4,80	36	15	129
7	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	0,3	3,6	4,75	48	21	216
8	„	„	„	„	„	„	„	251,71	30	14	41,1	42,75	IV b	4,7	0,3	3,5	5,06	52	25	226
9	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	0,3	3,6	4,80	62	32	362
10	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	0,3	3,6	4,80	8,5	38	15

Versuchsfahrt Nr. VII von Czegléd

Nr.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	201,71	10	20	32,85	29,15	III a	4,8	0,3	3,5	4,70	40	21	175
2	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,8	0,3	3,6	4,70	30	15	103
3	„	„	„	„	„	„	„	201,99	26	10	32,9	34,95	III b	4,9	0,3	3,6	4,85	23	10	62
4	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	0,3	3,6	4,85	31	14	99
5	„	„	„	„	„	„	„	256,37	12	26	41,9	36,9	IV a	4,9	0,3	3,6	4,75	48	22	220
6	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	0,3	3,6	4,65	48	22	215
7	„	„	„	„	„	„	„	251,71	30	14	31,1	42,75	IV b	4,9	0,3	3,6	4,85	37	18	157
8	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	4,9	0,3	3,6	4,95	51,5	29	303

bildung A.

nach Czegléd am 31. X. 1904.

Ort des Versuches			Verzögerung bei Schnellbremsungen	Bremsweg auf die Wagerechte umgerechnet	Witterung	Zustand der Schienen	Bemerkungen		
Station oder km	Steigung	Gefälle					Besondere Vorkommnisse: Zugzerreißsungen, Schleifen der Räder	Beobachtungen	
	‰	‰	%	m				vorn auf der Lokomotive	hinten im Versuchswagen
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Szt.-Lörincz	3,47	—	3,37	73	Nebel + 5° C.	—	—	Kleine Schwankung	Ein Stoſs beim Anhalten
Vecsés	—	—	3,78	286	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 ‰ Gefälle	Mittlerer Ruck	Stoſsfrei
Üllö	2,5	—	3,83	86	—	—	—	Ein groſser Ruck	„
Monor	0,41	—	3,59	119	—	—	—	Starker Ruck	Kleine Schwankungen
311,8	—	—	3,52	137	—	—	—	Stoſsfrei	Stoſsfrei
Pilis	—	1,84	3,46	159	—	—	—	„	„
Alberti-Irsa	—	—	3,32	278	—	—	—	„	„
326,0	0,1	—	3,12	255	—	—	—	„	„
333,5	—	4,07	2,93	390	—	—	—	„	„

nach Budapest am 31. X. 1904.

Station oder km	Steigung	Gefälle	Verzögerung	Bremsweg	Witterung	Zustand der Schienen	Besondere Vorkommnisse	vorn	hinten
328.0	—	0,6	2,57	198	Nebel	—	—	Stoſsfrei	Stoſsfrei
Alberti-Irsa	—	—	2,89	148	—	—	—	„	„
Pilis	1,84	—	2,40	103	—	—	—	Ein kleiner Ruck	Eine kleine Schwankung
Monor	—	0,41	1,80	502	—	—	—	Stoſsfrei	Stoſsfrei
Üllö	—	2,5	2,00	381	—	—	—	„	„
Vecsés	—	—	1,83	271	—	—	—	„	„
Szt.-Lörincz	—	3,47	1,73	420	—	—	—	„	„

bildung C.

nach Czegléd am 2. XI. 1904.

Station oder km	Steigung	Gefälle	Verzögerung	Bremsweg	Witterung	Zustand der Schienen	Besondere Vorkommnisse	vorn	hinten
Szt.-Lörincz	3,47	—	3,30	108	Bewölkt + 8° C. Windstill	trocken	—	Stoſsfrei	Ein schwacher Stoſs beim Anhalten
282,6	—	2,49	3,58	86	—	—	—	„	Stoſsfrei
Vecsés	—	—	3,43	360	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 ‰ Gefälle	„	Kleine Schwankung
289,2	—	2,0	3,58	106	—	—	—	„	Stoſsfrei
Üllö	2,5	—	3,66	110	—	—	—	„	„
Monor	0,41	—	3,92	130	—	—	—	„	„
Pilis	—	1,84	4,38	207	—	—	—	„	„
Alberti-Irsa	—	—	4,00	266	—	—	—	„	„
333,6	—	4,07	4,60	327	—	—	—	„	„
Czegléd	—	—	1,90	15	—	—	—	„	„

nach Budapest am 2. XI. 1904.

Station oder km	Steigung	Gefälle	Verzögerung	Bremsweg	Witterung	Zustand der Schienen	Besondere Vorkommnisse	vorn	hinten
327,8	—	0,65	3,67	172	Bewölkt Windstill	Trocken	—	Stoſsfrei	Stoſsfrei
Alberti-Irsa	—	—	3,42	108	—	—	—	„	„
320,6	1.0	—	3,26	64	—	—	Bruch der Schraubenkuppelung zwischen 5. u. 6. Wagen	Starker Ruck	Ein starker Stoſs
Pilis	1,84	—	3,63	104	—	—	—	„ „	Eine Schwankung
Monor	—	0,41	4,16	218	—	—	—	Stoſsfrei	Stoſsfrei
Üllö	—	2,5	4,46	203	—	—	—	„	„
Vecsés	—	—	3,42	157	—	—	—	Zwei mittlere Stöſse	Zwei Schwankungen
Szt.-Lörincz	—	3,47	3,78	267	—	—	—	Drei mittlere Stöſse	Eine Schwankung

Versuchsfahrt Nr. VIII von Budapest

Nr. des Versuches	Lokomotive und Tender: Gewicht	Lokomotive und Tender: hiervon gebremst t	Lokomotive und Tender: hiervon gebremst %	Des Wagenzuges: Achsenzahl unbeladen	Des Wagenzuges: Achsenzahl beladen	Des Wagenzuges: Achsenzahl im ganzen	Des Wagenzuges: Gewicht t	Vom Wagenzuge gebremst: Gewicht t	Vom Wagenzuge gebremst: Achsen unbeladen	Vom Wagenzuge gebremst: Achsen beladen	Vom Wagenzuge gebremst: % des Gewichtes	Vom Wagenzuge gebremst: % der Achsen	Bremsverteilung der Zugbildung	Leitungsdruck vor der Bremsung at	Leitungsdruck nach der Bremsung at	Bremszylinderdruck at	Zeit vom Umlegen des Bremshahnes bis zum Eintritte der Luft in den Bremszylinder des letzten Wagens Sek	Fahrgeschwindigkeit beim Umlegen des Bremshahnes km/St	Bremszeit vom Umlegen des Bremshahnes bis zum Stillstande des Zuges Sek	Bremsweg vom Umlegen des Bremshahnes bis zum Stillstande des Zuges m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	76,16	6	6	12,45	11,65	I a	4,9	0,2	3,6	5,00	27	30	140
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	4,85	33	40	291
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	4,90	25	27	113
4	"	"	"	"	"	"	"	74,78	12	2	12,2	13,6	I b	4,9	0,2	3,6	5,00	38,5	48	300
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	5,00	54	79	700
6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	5,00	33	50	315
7	"	"	"	"	"	"	"	146,7	8	14	23,9	21,4	II a	4,9	0,2	3,6	5,00	32	23	132
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,5	5,00	38	28	174
9	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	5,10	45,5	50	267
10	"	"	"	"	"	"	"	143,9	20	6	23,5	25,25	II b	4.8	0,2	3,6	5,00	51	43	367
11	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	5,10	40,5	38	212
12	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	5,00	18	13	34

Versuchsfahrt Nr. IX von Czegléd

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	76,16	6	6	12,45	11,65	I a	4,9	0,2	3,6	5,00	32	34	209
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	5,00	26	24	125
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	4,90	25,5	21	121
4	"	"	"	"	"	"	"	74.78	12	2	12,2	13.6	I b	4,95	0,2	3,6	5,15	17	19	51
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4.9	0,2	3,6	5,00	46	54	440
6	"	"	"	"	"	"	"	146,7	8	14	23,9	21,4	II a	4,9	0,2	3,6	5.00	42,5	35	288
7	"	"	"	"	"	"	"	143,9	20	6	23.5	25,25	II b	4,8	0,2	3,6	5,00	33	22	156
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,95	0,2	3,6	5,10	48	40	365

Zug-

Versuchsfahrt Nr. X von Budapest

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	46	99	583,79	80,02	10	4	13,7	14,16	II	4,9	0,2	3,6	4,50	22	21	93
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,85	0,2	3,6	4,40	56	92	773
3	"	"	"	"	"	"	"	55,52	8	2	9,52	10,1	I	4,9	0,2	3,6	4,60	25	38	171
4	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4.85	0,2	3,6	4,26	35	50	292
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0.2	3,5	4,30	45	110	780
6	"	"	"	"	"	"	"	144,21	14	10	24,7	24,3	III	4,85	0,2	3,5	4,26	47	47	390
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,85	0,2	3,5	4,30	56	62	607
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	4,20	18	12	54

Versuchsfahrt Nr. XI von Budapest

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	46	99	583,79	80,02	10	4	13,7	14,16	III	4,8	0,3	3,6	4,75	25	27	104
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,3	3,65	4,85	52	72	594
3	"	"	"	"	"	"	"	55,52	8	2	9,52	10,1	I	4,85	0,2	3,6	4,80	30	41	203
4	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,85	0,2	3,6	4,85	40	59	365
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,55	4,90	29	52	244
6	"	"	"	"	"	"	"	144,21	14	10	24,7	24,3	III	4,75	0,2	3,55	5,24	44	37	272
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0.2	3,55	5,30	54	51	456
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	5,30	15	12	35

nach Czegléd am 3. XI. 1904.

Ort des Versuches			Verzögerung bei Schnellbremsungen	Bremsweg auf die Wagerechte umgerechnet	Witterung	Zustand der Schienen	Bemerkungen		
Station oder km	Steigung	Gefälle					Besondere Vorkommnisse: Zugzerreifsungen, Schleifen der Räder	Beobachtungen vorn auf der Lokomotive	Beobachtungen hinten im Versuchswagen
	‰	‰	%	m					
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Köbánya Einfahrt	—	—	2,06	140	Bewölkt Windstill + 7° C.	Trocken	—	Stofsfrei	Stofsfrei
276,8	0,7	—	2,00	215	—	—	—	„	„
Szt.-Lörincz	3,47	—	1,82	135	—	—	—	„	„
283,2	0,94	—	1,86	313	—	—	—	„	„
Vecsés	—	—	1,64	700	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 ‰ Gefälle	„	„
290,6	—	—	1,36	315	—	—	—	„	„
Üllö	2,5	—	2,81	143	—	—	—	„	Eine kleine Schwankung
Monor	0,41	—	3,23	176	—	—	—	„	„
Pilis	—	1,84	3,22	264	—	—	—	„	„
Alberti-Irsa	—	—	2,80	367	—	—	—	„	Stofsfrei
323,3	0,65	—	3,00	215	—	—	—	„	„
Czegléd	—	—	1,96	34	—	—	—	„	„

nach Budapest am 3. XI. 1904.

22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
328,8	—	—	1,93	209	Bewölkt Windstill	Trocken	—	Stofsfrei	Stofsfrei
Alberti-Irsa	—	—	2,13	125	—	—	—	„	„
320,0	3,31	—	1,79	143	—	—	—	„	„
Pilis	1,84	—	1,69	67	—	—	—	„	„
Monor	—	0,41	1,93	433	—	—	—	„	„
Üllö	—	2,5	2,72	262	—	—	—	„	„
Vecsés	—	—	2,76	156	—	—	—	Ein kleiner Ruck	„
Szt.-Lörincz	—	3,47	2,83	320	—	—	—	Stofsfrei	„

bildung D.

nach Czegléd am 4. XI. 1904.

22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Szt.-Lörincz	3,47	—	1,70	113	Bewölkt + 8° C. Windig	Trocken	—	Stofsfrei	Stofsfrei
Vecsés	—	—	1,60	773	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 ‰ Gefälle	„	„
Üllö	2,5	—	1,19	208	—	—	—	„	„
Monor	0,41	—	1,62	298	Heiter, Wind	—	—	„	„
Pilis	—	1,84	1,20	662	—	—	—	„	„
Alberti-Irsa	—	—	2,24	390	—	—	—	„	„
334 0	—	4,07	2,44	510	—	—	—	Ein Ruck	„
Czegléd	—	—	2,37	54	—	—	—	Stofsfrei	„

nach Czegléd am 13. XI. 1904.

22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Szt.-Lörincz	3,47	—	2,03	121	Rechter Seitenwind im Rücken	Trocken	Fahrt mit losen Schraubenkuppelungen	Stofsfrei	Stofsfrei
Vecsés	—	—	1,81	594	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 ‰ Gefälle	„	„
Üllö	2,5	—	1,50	237	—	—	—	„	„
Monor	0,41	—	1,69	373	—	—	—	„	„
Pilis	—	1,84	1,56	212	Regen	Feucht	—	„	„
Alberti-Irsa	—	—	2,83	272	—	—	—	Ein Ruck	Eine Schwankung
334,0	—	4,07	2,94	391	—	—	Die Zeit vom Lösen der Bremse bis zur Umsteuerung des Anstellventiles am letzten Wagen war durchschnittlich 30 Sek.	„	Eine gröfsere Schwankung
Czegléd	—	—	2,53	35	—	—		Stofsfrei	Stofsfrei

Die Spalten 1 bis 13 der Zusammenstellung I enthalten die Gewichte und Bremsangaben der Versuchzüge bei den verschiedenen Bremsverteilungen.

Spalte 14 zeigt die betreffende Bremsverteilung an gemäfs Abb. 3, Taf. LXI.

Die Angaben in den Spalten 15 bis 21 enthalten die während des Bremsens gemachten Beobachtungen: Leitungs- und Bremszylinder-Druck, Übertragungsgeschwindigkeit der Bremswirkung, Fahrgeschwindigkeit, Bremszeit und Bremsweg.

In den Spalten 22 bis 24 ist der Ort der Bremsung und dessen Neigungsverhältnisse angegeben, die aus Abb. 1 und 2, Taf. LXI folgen.

Spalte 25 enthält die Angaben über die Gröfse der Verzögerung X in $^0/_0$ während der Schnellbremsungen; diese Zahl ist gleich dem Mittelwerte der verzögernd wirkenden Kräfte in $^0/_0$ des Zuggewichtes, und wurde nach folgender Formel berechnet:

$$X\,^0/_0 = 0{,}393 \frac{(v^{km/St})^2}{s^m} \pm 0{,}1\, i^{0/00}.$$

Es bezeichnet

$v^{km/St}$ die Fahrgeschwindigkeit beim Umlegen des Führer-Bremshahnes in die Bremsstellung,

s^m den tatsächlichen Bremsweg,

$i^{0/00}$ die Neigung des Ortes der Bremsung, wobei + für Gefälle, — für Steigungen gilt.

Spalte 26 enthält den auf die Wagerechte umgerechneten Bremsweg, um die auf verschiedenen Neigungen gefundenen Bremswege miteinander vergleichen zu können.

Diese Umrechnung geschah mit Hülfe der oben ermittelten Verzögerung nach folgender Formel:

$$S^m = 0{,}393 \frac{(v^{km/St})^2}{X\,^0/_0},$$

darin bezeichnet S^m den auf die Wagerechte umgerechneten Bremsweg, $X\,^0/_0$ und $v^{km/St}$ dieselben Gröfsen wie oben.

Die Angaben der Spalten 27 bis 31 beziehen sich auf verschiedene Beobachtungen: Witterung, Zustand der Schienen, besondere Vorkommnisse, Wahrnehmungen während des Bremsens auf der Lokomotive und im letzten Wagen.

Zu den einzelnen Versuchsfahrten wird noch folgendes bemerkt.

Bei den Versuchsfahrten Nr. I, II und III mit Zugbildung B befanden sich die schweren Wagen überwiegend in der einen Zughälfte. Die Bremsverteilungen Ia und Ib mit etwa 13 $^0/_0$ gebremsten Zuggewichtes ergaben sowohl auf der Lokomotive als auch im letzten Wagen stofsfreies Anhalten. Auch die Schnellbremsungen bei Bremsverteilung IIa und IIb mit etwa 24 $^0/_0$ gebremsten Zuggewichtes verliefen, von einzelnen Stöfsen und Schwankungen abgesehen, ebenfalls noch ziemlich ruhig, die wahrgenommenen Stöfse traten aller Wahrscheinlichkeit nach infolge des durch feuchte Schienen und durch welkes Laub verursachten Räderschleifens auf, was wiederholt beobachtet wurde.

Die Bremsverteilungen IIIa und IIIb mit etwa 33 $^0/_0$ gebremsten Gewichtes und auch die IVa und IVb mit etwa 42 $^0/_0$ gebremsten Gewichtes ergaben während der auf der Fahrt III vorgenommenen Schnellbremsungen ebenfalls ziemlich stofsfreies Anhalten. Trotzdem traten bei Versuch Nr. 1 und 4 dieser Fahrt Kuppelungsbrüche ein, im ersten Falle wegen alten Anbruches des Schraubenkuppel-Bügels.

Die Versuchsfahrten Nr. IV und V erfolgten mit Zugbildung A, bei der die schweren Wagen gleichmäfsig verteilt waren. Die Bremsverteilungen Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa und IIIb ergaben gröfstenteils stofsfreies Anhalten, in vereinzelten Fällen traten unbedeutende Stöfse auf. Bei Bremsverteilung IVa und IVb mit 42 $^0/_0$ gebremsten Gewichtes wurden während der Schnellbremsungen stärkere Stöfse wahrgenommen, besonders auf der Lokomotive. Kuppelungsbrüche kamen jedoch nicht vor.

Die Versuchsfahrten Nr. VI bis IX wurden mit Zugbildung C vorgenommen, bei der die schweren Wagen vorwiegend in der Mitte des Zuges standen. Die Bremsverteilungen Ia, Ib mit 13 $^0/_0$ und IIa, IIb mit 24 $^0/_0$ gebremsten Gewichtes ergaben ziemlich stofsfreies Anhalten. Bei den Versuchsfahrten Nr. VIII und IX und den Bremsverteilungen IIIa und IIIb mit 33 $^0/_0$, sowie bei IVa und IVb mit 42 $^0/_0$ gebremsten Gewichtes traten während der Schnellbremsungen Stöfse auf, die besonders auf der Lokomotive fühlbar waren. Unter den Versuchsfahrten Nr. VI und VII trat bei Versuch 3 der Fahrt Nr. VII auch ein Kuppelungsbruch ein, Hängekuppel und Schlauchverbindung blieben jedoch unversehrt. Von diesem Bruche abgesehen können die Schnellbremsungen auch bei diesen höheren Bremsverhältnissen und dieser Zugbildung als gut gelungen bezeichnet werden.

Die Versuchsfahrten Nr. X und XI mit Zugbildung D und dreierlei Bremsverteilungen mit 9 $^0/_0$, 13 $^0/_0$ und 24 $^0/_0$ gebremsten Gewichtes verliefen bezüglich des stofsfreien Anhaltens mittels Schnellbremsung völlig zufriedenstellend. Es wird bemerkt, dafs bei diesen letzteren Versuchen vorwiegend schwere Wagen gebremst wurden, wie es den tatsächlichen Betriebsverhältnissen am meisten entspricht und dafs bei Nr. XI alle Wagen lose gekuppelt waren.

Gelegentlich der in Rede stehenden Versuchsfahrten wurden vereinzelt, besonders bei Einfahrt in die Endstationen, auch Betriebs-Bremsungen vorgenommen, die zwar planmäfsig nicht aufgenommen waren, und über welche deshalb auch keine besonderen Aufnahmen gemacht wurden. Es wurde jedoch festgestellt, dafs das Anhalten mittels dieser Betriebsbremsungen auch bei den höheren Bremsverhältnissen stofsfrei und anstandslos vor sich ging.

Aus den Ergebnissen dieser auf der Strecke Budapest-Czegléd vorgenommenen Bremsfahrten kann man folgende Schlüsse ziehen.

Die Schnellbremsungen sind bei allen Bremsverteilungen gelungen, die Schnellbremswirkung trat jedesmal auch noch beim letzten Wagen tadellos auf, jedenfalls infolge der zuverlässigen Wirkung der Übertragungsventile an den Leitungswagen.

Auch wurde durch Stehversuche festgestellt, dafs die Schnellwirkung bis zum letzten Wagen auch unmittelbar nach einer Betriebsbremsung erfolgt, wenn dabei die Abnahme des Leitungsdruckes nicht mehr als 1 at betragen hat. Bei gröfseren Druckverminderungen trat in einem solchen Falle am letzten Wagen statt Schnellbremsung blofs eine Vollbremsung ein, also

rasches Ansteigen des Bremszylinder-Druckes bis zum Ausgleiche mit dem Drucke im Hülfsluftbehälter ohne Voreinströmung von Druckluft aus der Hauptleitung in den Bremszylinder.

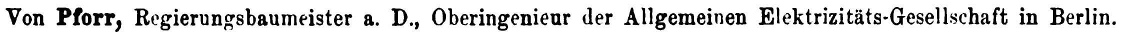
Bezüglich der bei Schnellbremsungen beobachteten Stöfse kann festgestellt werden, dafs sie erst bei hohen Bremsverhältnissen und ungünstiger Verteilung der schweren und leichten Wagen in stärkerem Mafse auftraten; auch müssen diese Stöfse und die durch sie bewirkten Kuppelungsbrüche teilweise dem Umstande zugeschrieben werden, dafs vom Eigengewichte der leeren Güterwagen ein verhältnismäfsig grofser Teil, nämlich 87,6 $^0/_0$ bei 4 at Bremszylinder-Druck, gebremst wurde.

Die bei hohen Bremsverhältnissen von 33 $^0/_0$ und 42 $^0/_0$ eingetretenen starken Stöfse und vereinzelten Zugtrennungen werden im Betriebe kaum vorkommen, weil so lange Züge nicht so hoch gebremst werden. Güterzüge mit gröfseren Geschwindigkeiten werden zwar mit so hoher Bremswirkung gefahren, doch sind sie dann kürzer, und bei geringerer Zuglänge werden auch höhere Bremsverhältnisse keine betriebsgefährlichen Stöfse und Zugtrennungen verursachen. Für Gefällstrecken gilt dasselbe.

Die Verhältnisse dürften sich teilweise anders gestalten, wenn statt der schweren Personenwagen, welche, mit 80 $^0/_0$ des Eigengewichtes gebremst die beladenen Güterwagen vertraten, tatsächlich beladene Güterwagen gebremst werden, bei welchen die Bremsung nur etwa 90 $^0/_0$ des Leergewichtes beträgt. Die Schnellbremsungen werden dabei noch stofsfreier gelingen, weil nach bereits gemachten Erfahrungen schwächer gebremste Wagen ein sanfteres Anhalten bewirken. Die Zahl der verwendeten Bremsen wird also wohl entsprechend erhöht werden müssen, wenn man dieselben Bremswege erzielen will.

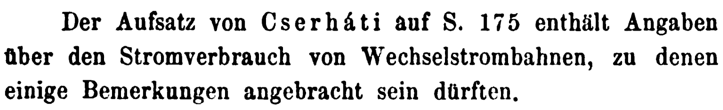
(Schlufs folgt.)

Stromverbrauch bei Wechselstrombahnen.



Von **Pforr**, Regierungsbaumeister a. D., Oberingenieur der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel LX.



Der Aufsatz von Cserháti auf S. 175 enthält Angaben über den Stromverbrauch von Wechselstrombahnen, zu denen einige Bemerkungen angebracht sein dürften.

Zunächst mögen einige Angaben über die Bedingungen vorausgeschickt werden, die den Stromverbrauch beeinflussen, um auch denjenigen Lesern dieser Zeitschrift, die sich noch nicht eingehend mit dem Gegenstande befassen konnten, einen richtigen Mafsstab für die Beurteilung der Cserhatischen Angaben zu liefern.

Der Stromverbrauch wird neuerdings meist für 1 tkm Förderleistung angegeben. Auf ebener Strecke ist für die Beförderung nur der Zugwiderstand zu überwinden, dessen Gröfse sich für unsere Zwecke genügend genau aus der Formel

$$W^{kg/t} = 2,5 + 0,001\,(V^{km/St.})^2$$

ermitteln läfst, worin w den Widerstand und V die Geschwindigkeit des Zuges bedeutet. So würde der Widerstand = 4 kg/t, wenn der Zug mit 38,7 km/Std. fährt. Die mechanische Arbeit für 1 tkm wird dann

$$4000\ \text{mkg} = \frac{4000}{60 \cdot 60 \cdot 75} = 0{,}0148\ \text{P.S.St.}$$

betragen, und da eine P.S.St. gleich 736 W.St. ist, so würde der Stromverbrauch 10,9 W.St./tkm am Zuge gemessen betragen, wenn der Wirkungsgrad der elektrischen Ausrüstung = 1 wäre.

Kommen Steigungen auf der Strecke vor, so erfordert 1 m Hebung einer t. 1000 mkg = 2,73 W.St., also bei 45 $^0/_{00}$ Steigung oder 45 m Hebung auf 1 km 2,73 . 45 = 123 W.St., sodafs auf einer solchen Strecke ein Zug, der mit 38,7 km/St. fährt, 123 + 10,9 = 133,9 W.St./tkm verbraucht, immer bei einem Wirkungsgrade der Ausrüstung = 1.

Ein weiterer Zuschlag mufs für die Bremsungen gemacht werden.

Bei jeder Bremsung wird eine bestimmte Menge von Arbeit in Wärme umgesetzt, und geht in dieser Form verloren. Diese Arbeit mufs vorher von den Triebmaschinen geleistet werden. Bremst man beispielsweise aus einer Geschwindigkeit von 38,7 km/St., so ist die vernichtete Arbeit unter Vernachlässigung des Zugwiderstandes für diese eine Bremsung

$$\frac{1000}{9{,}81} \cdot \frac{38{,}7 \cdot 38{,}7}{3{,}6 \cdot 3{,}6 \cdot 2} = 5900\ \text{mkg} = 16{,}2\ \text{W. St.}$$

Da bei den elektrischen Bahnen meist häufig gehalten wird, wie auf Stadtbahnen, so spielt bei ihnen die Bremsarbeit eine hervorragende Rolle. Es würde sich beispielsweise auf einer Stadtbahn, bei der regelmäfsig aus 38,7 km/St. gebremst würde, bei zwei Haltestellen auf 1 km der Stromverbrauch von 10,9 auf 10,9 + 2 . 16,2 = 43,3 W.St./tkm erhöhen, wenn der Wirkungsgrad der Ausrüstung = 1 wäre.

Wenn aus geringerer Geschwindigkeit etwa von 15 km/St. gebremst wird, so verringert sich der Arbeitsverbrauch für die einzelne Bremsung auf

$$\frac{1000}{9{,}81} \cdot \frac{15 \cdot 15}{3{,}6 \cdot 3{,}6 \cdot 2} = 890\ \text{mkg} = 2{,}43\ \text{W. St.}$$

und für 1 tkm bei zwei Haltestellen auf 10,9 + 2 . 2,43 = 15,76 W. St.

Man kann also dieselbe Strecke mit derselben Anzahl von Haltestellen mit grofsem oder mit kleinem Stromverbrauche durchfahren. Das hängt nur davon ab, ob man genügend Zeit zur Verfügung hat, um die langsame Fahrt, die sich aus der allmählig abnehmenden Geschwindigkeit vor der Bremsung ergibt, in den Kauf nehmen zu können. Der Stromverbrauch auf Stadtbahnstrecken ist also in allererster Linie von der Fahrzeit abhängig. Diese Verhältnisse macht Abb. 1, Taf. LX anschaulich.

Die Schaulinien für die Geschwindigkeit sind darin einmal auf den Weg bezogen, der bei allen Fahrten derselbe ist, sodann auch auf die Zeit, die für alle Fahrten verschieden ist, je nach der Geschwindigkeit, aus der gebremst wird. Die Schaulinien sind berechnet, und zwar zur Wahrung einwandfreier Prüfung unter der Annahme von Gleichstrom-Trieb-



maschinen der Gattung GE 66, wie sie auf der Anhalter Vorortbahn laufen. Die Abb. 1, Taf. LX beigegebene Zusammenstellung zeigt, dafs Angaben über den Stromverbrauch bei Stadtbahnen nur dann Sinn haben, wenn auch die Fahrzeit angegeben wird.

Alle Schaulinien der Abb. 1, Taf. LX sind für dieselben Anfahrverhältnisse berechnet. Nun ist es klar, dafs man einen Teil der verlorenen Fahrzeit durch schnelleres Anfahren wieder einholen kann. Der Einflufs der Anfahr-Beschleunigung auf den Stromverbrauch ist nicht ganz so einfach zu berechnen*). Das Ergebnis solcher Rechnungen für eine bestimmte Reisegeschwindigkeit habe ich einer anderen Veröffentlichung**) entnommen und in Abb. 2, Taf. LX wiedergegeben. y bedeutet darin das Verhältnis der ganzen aufgewendeten Arbeit zu der für die Überwindung des Zugwiderstandes gebrauchten.

Der Zugwiderstand ist für die Schaulinien mit 3,75 kg/t angenommen worden, der Stromverbrauch für die Überwindung dieses Widerstandes beträgt demnach $\frac{3,75}{4} . 10,9 = 10,2$ W.St./tkm, woraus sich der wirkliche Stromverbrauch unter Verwendung des Wertes y berechnen läfst. Dabei ist immer noch der Wirkungsgrad = 1 angenommen.

Aus der Schaulinie geht zweifellos hervor, dafs diejenige elektrische Betriebsart bei Stadtbahnen den geringsten Stromverbrauch haben wird, welche, zunächst abgesehen vom Wirkungsgrade der Triebmaschinen, die gröfste Anfahrbeschleunigung gestattet.

Schliefslich gibt es bei elektrischen Bahnen noch ein anderes Mittel, den Stromverbrauch herabzudrücken, nämlich die Rückgewinnung der Bremsarbeit, die bei allen Stromarten: Gleichstrom, Wechselstrom, Drehstrom, verhältnismäfsig leicht verwendbar bei langen Talfahrten, schwer verwendbar bei Bremsungen bis zum Stillstande ist. Es hat auch bisher immer nur bei langen Talfahrten Anwendung gefunden, aber nicht immer mit grofsem Erfolge. Der Hauptgrund gegen seine häufige Anwendung ist der, dafs die Triebmaschinen reichlicher zu bemessen sind, wenn auch die Bremsarbeit noch ihren Weg durch sie nimmt, als ohne dies.

Bisher ist angenommen, dafs der Wirkungsgrad der elektrischen Ausrüstung = 1 wäre, die gefundenen Werte müssen deshalb noch gemäfs dem Wirkungsgrade erhöht werden.

Nach diesen Betrachtungen können wir zu den Vergleichen übergehen, die Cserháti zwischen den Stromverbrauchen von Drehstrom- und Wechselstrom-Bahnen anstellt.

1. Die Stubaitalbahn ist eine Gebirgsbahn, ihr Längenschnitt ist in Abb. 3, Taf. LX dargestellt.

Der tiefste Punkt, Wilten, liegt 589,5 m, der höchste, Telfes, 1006,7 m hoch, dann fällt die Bahn wieder bis Fulpmes auf 935,3 m.

Der Höhenunterschied zwischen Wilten und Telfes beträgt 417,2, zwischen Telfes und Fulpmes 71,4 m, und für die Hebung einer Tonne von Wilten bis Telfes sind erforderlich 417,2 . 2,73 = 1140 W.St.

Die Gefällarbeit von Telfes bis Fulpmes beträgt 71,4 . 2,73 = 195 W.St.

Die Stubaitalbahn hat 1 m Spur und besteht aus einer fast ununterbrochenen Reihenfolge von Krümmungen, die meist nur 40 m Halbmesser haben. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt im Mittel etwa 20 km/St. Die »Hütte« gibt den Zugwiderstand der Wagen bei 1 m Spur zu

$$W^{kg/t} = 2,6 + 0,0003 (V^{km/St.})^2$$

an, das liefert 2,72 kg/t. Sie gibt aber ferner an, dafs in den Krümmungen ein Zuschlag von

$$(400 : [r^m - 20^m])^{kg\,t},$$

also bei 40 m Halbmesser ein Zuschlag von 20 kg/t zu machen ist. Nach Eröffnung der Stubaitalbahn sind Messungen vorgenommen worden, und diese haben ergeben, dafs der mittlere Zugwiderstand etwa 6—7 kg/t beträgt, das stimmt mit den Werten der »Hütte« auch einigermafsen überein.

Die Krümmungsverhältnisse mufs nun Cserháti bei seinen Berechnungen vernachlässigt haben, sonst lassen sich seine Werte nicht erklären. Nimmt man das aber an, und rechnet nach der Formel der »Hütte« für gerades Gleis, dann beträgt die Zugwiderstands-Arbeit für 1 t der Zuglast bei 2,72 kg/t statt 4 kg/t Widerstand:

von Wilten bis Telfes auf 16,2 km = 16,2 . 10,9 . 2,72 : 4 = 120 W.St. und
« Telfes « Fulpmes auf 2,0 « = 2,0 . 10,9 . 2,72 : 4 = 15 W.St.,

für den Wirkungsgrad der elektrischen Ausrüstung = 1.

Setzt man nun auch noch voraus, dafs die ganze Bremsarbeit ohne Verlust an das Netz zurückgegeben wird, so beträgt der Stromverbrauch für eine Bergfahrt:

Hebungs-Arbeit von Wilten bis Fulpmes 417,2 . 2,73	= 1140 W.St.
Widerstands-Arbeit von Wilten bis Telfes . .	= 120 «
« « Telfes « Fulpmes . .	= 15 «
zusammen	1275 W.St.
Rückgewinn durch Gefällarbeit 71,4 . 2,73 . .	= 195 «
bleiben	1080 W.St.

Die Strecke ist 18,2 km lang, der Stromverbrauch für 1 tkm daher

$$\frac{1080}{18,2} = 59,3 \text{ W.St.}$$

Cserháti hat aber nicht diesen rein theoretischen Verbrauch berechnen wollen, sondern den, der bei Drehstrom wirklich eintreten würde; dieser mufs um die Verluste in den Triebmaschinen gröfser sein. Cserháti schreibt:

»Die Rechnung ergibt für eine volle Hin- und Rückfahrt »einen durchschnittlichen Verbrauch von 29,4 W.St./tkm im »Wagen, also rund 31 W.St./tkm am Speisepunkte. Diese »günstige Ziffer rührt daher, dafs während der Bergfahrt »57 W.St./tkm verbraucht, aber bei der Talfahrt 27,6 W.St./tkm »zurückgewonnen werden«.

Wenn man die Formel der »Hütte« zu Grunde legt, müfsten also die Triebmaschinen, die Cserháti anwendet,

*) Wittenberg, Organ 1905, S. 193.

**) Pforr, Glasers Annalen 1901, Band I, S. 217.

einen Wirkungsgrad von 104 $^0/_0$ gehabt haben. An anderer Stelle gibt er allerdings an, dafs der Wirkungsgrad 85 $^0/_0$ beim Fahren und 80 $^0/_0$ bei der Rückgewinnung ist. Legt man diese Angaben zu Grunde, die gewifs nicht zu ungünstig sind, dann berechnet sich der Stromverbrauch für die Bergfahrt wie folgt:

$$\text{Strecke Wilten-Telfes } \left(\frac{1140 + 120}{0{,}85}\right) = 1480 \text{ W.St.}$$

$$\text{» Telfes-Fulpmes } (195 - 15) \,.\, 0{,}8 = 142 \text{ «}$$

$$\text{also für eine Bergfahrt } \ldots\ldots = 1338 \text{ W.St.}$$

$$= \frac{1338}{18{,}2} = 73{,}5 \text{ W.St./tkm.}$$

Cserháti mufs sich demnach in seinen Berechnungen, abgesehen vom Zugwiderstand, irgendwo um etwa 30 $^0/_0$ zu seinen Gunsten geirrt haben.

Nun erörtern wir die Rückgewinnung von Arbeit. Die Stubaitalbahn bezieht ihren Strom aus den Sillwerken, die mit Wasserkraft betrieben werden und Wasser im Überflusse haben. Sie bezahlt den Strom nicht nach K.W./St., sondern zahlt einen Jahresbetrag, wofür eine bestimmte Anzahl von Triebwagen gleichzeitig auf der Strecke arbeiten darf. Unter diesen Verhältnissen würde jeder Versuch einer Arbeits-Rückgewinnung Torheit gewesen sein, die denn auch unterblieb. Ob Drehstrom oder Wechselstrom verwendet wird, ist dabei belanglos. Was sollen also die diesbezüglichen Berechnungen?

Sollte Cserháti vielleicht von der Meinung ausgehen, dafs die Arbeits-Rückgewinnung nur bei Drehstrom möglich sei? Das ist kaum anzunehmen. Für alle Fälle möchte ich nur festlegen, dafs sie auch bei Wechselstrom bequem durchführbar ist, und dafs sie von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft auch schon mit gutem Erfolge erprobt wurde.

Die 70 W.St./tkm, die auf der Stubaitalbahn verbraucht werden, sind unter diesen Umständen nicht nur kein schlechter Wert, sondern können gut neben irgend welchen anderen Zahlen bestehen. Rechnet man mit dem tatsächlichen Zugwiderstande von 6,5 kg/t und unter Vernachlässigung aller Rückgewinnung mit dem Wirkungsgrade 1 für die elektrische Ausrüstung, dann müfste der Stromverbrauch für eine volle Hin- und Rückfahrt und für 1 t

$$1140 + 195 + (120 + 15) \,.\, \frac{6{,}5}{2{,}72} = 1657 \text{ W.St.}$$

$$\text{also für 1 tkm } \frac{1657}{2 \,.\, 18{,}2} = \text{rd 46 W.St.}$$

betragen, wobei das Anfahren in den Stationen bei der Talfahrt und auf wagerechten Strecken noch nicht berücksichtigt ist, ebenso wenig wie der Arbeits-Aufwand für die Bremsluft-erzeugung. Schlägt man dafür noch 2 W.St./tkm hinzu, was sicherlich nicht zu viel ist, so erhält man einen Stromverbrauch von 48 W.St./tkm am Wagen gemessen. Wenn nun der Stromverbrauch am Speisepunkte 70 W.St./tkm beträgt, so heifst das, die Wagenausrüstung und Strecke haben zusammen einen Wirkungsgrad von 68 $^0/_0$, was gewifs kein schlechtes Ergebnis ist, besonders wenn man die hohe Wechselzahl von 42 berücksichtigt. Vielleicht wäre ja mit Drehstrom von 16 Wellen, wie er bei der Valtelinabahn verwendet wird, das Ergebnis noch etwas günstiger geworden, sicherlich aber nicht so viel, dafs dieser Vorteil den Nachteil einer doppelten Oberleitung, besonders bei den scharfen Kurven hätte ausgleichen können.

2. Die Spindlersfeld-Bahn liegt in der Ebene und hat Stadtbahnart. Die Fahrt*), auf die Cserháti Bezug nimmt, ist in Abb. 4, Taf. LX wiedergegeben, weil die von Cserháti daraus entnommenen Angaben nicht richtig sind. 34,4 km ist nicht die Höchstgeschwindigkeit, sondern die mittlere. Das Zuggewicht beträgt nicht 170 t, sondern für die Schaulinie 52 t. Der Stationsabstand ist nicht 908 m, sondern 985 m. Ich nehme jedoch an, dafs dieses Versehen sind, die nur bei der Niederschrift vorgekommen sind, nicht aber auch bei der Vergleichsberechnung, die Cserháti angestellt hat. Leider bin ich aber nicht in der Lage, diese Annahme auch nachzuprüfen, da Cserháti seine Berechnungen nicht beigefügt hat. Das ist um so bedauerlicher, als er unterlassen hat, die Fahrzeit anzugeben, für die seine Berechnungen aufgestellt sind. Wie wir aber aus den vorausgeschickten Betrachtungen wissen, hat grade diese den gröfsten Einflufs auf den Stromverbrauch. Abb. 1, Taf. LX ist sogar für den vorliegenden Fall bei der Spindlersfeld-Bahn selbst gezeichnet worden, und der mit der Fahrzeit von 19,3 bis zu 55,8 W.St./tkm schwankende Verbrauch kennzeichnet deutlich die Gröfse der von Cserháti begangenen Unterlassung.

Vielleicht holt Cserháti das Versäumte noch nach. Für diesen Fall wäre es erwünscht, wenn er die vollen Fahrschaulinien veröffentlichte, die seinen Berechnungen zu Grunde liegen, oder wenigstens die Beschleunigung, die er für das Anfahren gewählt hat. Wir haben ja gesehen, dafs eine gröfsere Beschleunigung den Stromverbrauch unter sonst gleichen Umständen noch herabdrücken kann. In dem Spindlersfelder Beispiele ist sie zufällig ziemlich klein, da die Triebmaschinen in diesem Falle nicht für grofse Beschleunigung gebaut sind. Die Angabe der Beschleunigung wäre um so erwünschter, als sie im allgemeinen bei Drehstrom kleiner sein wird, als bei Wechselstrom, und es doch nicht angängig sein dürfte, den Zufallswert der Spindlersfelder Fahrschaulinie mit dem wohl gewählten Werte eines ganz bestimmten Entwurfes in Vergleich zu stellen.

3. Die Ballstonlinie. Die von Cserháti benutzten Angaben sind einer anderen Veröffentlichung**), aber mit einem erheblichen Irrtum entnommen. Die Veröffentlichung gibt den Verbrauch in V.A.St. an, Cserháti liest das für W.St., obwohl sich unmittelbar unter der Verbrauchsangabe folgende Stelle findet:

»Der geringere Verbrauch von V.A.St. für die Tonnen-»Meile bei Gleichstrom ist zum Teil dem bessern Wirkungs-»grade und Leistungsfaktor zuzuschreiben, den der kom-»pensierte Motor beim Betriebe mit Gleichstrom hat, teils »aber auch der gröfseren Beschleunigung, die ein längeres »stromloses Auslaufen gestattet«.

*) Glasers Annalen 1904, Nr. 651.

**) Street Railway Journal 1904, 27. August (nicht 24. August)



Ich habe in diesem Satze das Wort »Leistungsfaktor« unterstrichen. Die Leistungsziffer ist bekanntlich die Zahl, mit der die V.A.St. erst noch vervielfältigt werden müssen, um die W.St. zu finden. Sie ist für Gleichstrom allerdings immer = 1, für Dreh- und Wechselstrom aber immer < 1. In jener Veröffentlichung ist sie allerdings nicht angegeben, aber vernachlässigt werden darf sie nicht.

Noch eine andere Kleinigkeit hat Cserháti bei dieser Betrachtung übersehen. Die Triebmaschinen der Ballston-Linie sind nicht reine Wechselstrommaschinen, sondern für Wechselstrom und Gleichstrom gebaut. Welche Zugeständnisse man bei dieser Bauart dem Wirkungsgrade für die eine oder die andere Stromart zu machen gezwungen war, darüber enthält die Veröffentlichung keine Angaben. Zu einem Vergleiche zwischen den Stromverbrauchen bei Drehstrom und Wechselstrom ist das gewählte Beispiel deshalb durchaus ungeeignet, und der Schlufs, den Cserháti hieraus auf den Mehrverbrauch der reinen Wechselstrommaschinen zieht, schwebt in der Luft.

Damit sind die Beispiele erschöpft, mit denen Cserháti die Überlegenheit der Drehstrommaschine über die Wechselstrommaschine im Stromverbrauche begründen wollte. Man kann nicht behaupten, dafs sie glücklich gewählt wären.

Es liegt auch tatsächlich kein Grund vor, weshalb der Stromverbrauch bei den Drehstrombahnen so viel günstiger sein sollte, als bei den Wechselstrombahnen. Wenn auch der Wirkungsgrad der Maschinen vielleicht ein etwas besserer ist, so ist dagegen der Wirkungsgrad beim Anfahren schlechter. Der geringere Stromverbrauch wird also bald auf der einen, bald auf der anderen Seite sein, je nachdem mehr oder weniger häufig angefahren werden mufs. Auf die Arbeits-Rückgewinnung zu rechnen, ist in beiden Fällen in gleichem Mafse statthaft.

Ob der auf der Valtelinabahn erzielte Stromverbrauch von 31 W.St./tkm am Wagen gemessen und 44 W.St./tkm im Kraftwerke gemessen, tatsächlich ein niedriger Wert ist, läfst sich nur beurteilen, wenn man den Fahrplan, die Zugstärke und die Neigungs- und Krümmungsverhältnisse genau kennt. Da sie eine Vollbahn ist, die früher mit Dampf betrieben wurde, die also keine allzu grofsen Steigungen und Krümmungen haben kann, und auf der auch heute noch lange Züge gefahren werden, so kann der Wert jedenfalls nicht von Hause aus als niedrig bezeichnet werden. Es wäre also sehr dankenswert, wenn Cserháti seine diesbezügliche Behauptung durch Beweismittel unterstützte.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Über Blocksperren.

(Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen 1905, Aug., Nr. 59, S. 877, Nr. 60, S. 894. Mit Abbildungen.)

In Ergänzung der früheren Ausführungen*) werden noch einige Einzelfragen erörtert und bestimmte Sonderfälle besprochen, die bei der Streckenblockung vorkommen. Zur Erleichterung des Verständnisses dienen zahlreiche Abbildungen.

—k.

*) Organ 1905, S. 31.

Maschinen- und Wagenwesen.

Lokomotivleistungen im Verschiebedienste*).

Master Mechanics' Association, Juni 1904**).

Die in der vorjährigen Versammlung geplanten Versuche zur genauen Ermittelung der Leistung von Verschiebelokomotiven scheinen erfolglos gewesen zu sein. Um wenigstens eine vergleichende Statistik zu ermöglichen, wurde beschlossen, diese Leistungen nach Tonnenstunden zu berechnen und zwar nach dem Produkte aus Reibungsgewicht in t und Dienststundenzahl. Die Tonnenstunde wird dabei auf 200 ton-miles, also 322 tkm im Zugdienste geschätzt. Dies entspricht etwa einer Leistung

*) Organ 1904, S. 175.

**) Organ 1901, S. 35; 1902, S. 87.

Zusammenstellung I.

Abmessungen von Verschiebe-Lokomotiven.

Bahn		Zentralbahn von New Jersey	Great Northern	Süd Pacific	Erie	Union Pacific	Cheasepeake und Ohio-Bahn	Preufsische Staatsbahn	
Bauart		3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	4/4	3/3	3/4
Zylinderdurchmesser	mm	457	483	508	483	508	533	350	450
Kolbenhub	„	610	660	660	660	660	711	550	630
Triebraddurchmesser	„	1295	1244	1448	1270	1448	1295	1100	1350
Rostfläche	qm	6,3	2,8	2.8	4,83	2,8	2,8	1,3	1,5
Heizfläche (innen)	„	110	157	151	157	149	216	60	110,0
Dienstgewicht (ohne Tender)	t	56,2	62,6	65,8	65,8	68,0	77,6	31	60,2
Zugkraft z. $0{,}5\,p\,\frac{d^2 l}{D}$	kg	6200	8620	7330	8120	7330	9900	3650	5650
Zugkraft : Dienstgewicht		111	138	112	123,4	108	128	118	94
Wasserinhalt	cbm	15,1	15,1	15,1	17	15,1	22,7	4,0	7,0
Dienstgewicht des Tenders	t	—	—	—	42,7	—	54,9	—	2,0

von 6 bis 9 km/Std. unter Annahme einer Zugkraft von 0,143 des Reibungsgewichtes.

Als Verschiebelokomotiven finden in Amerika meist 3/3 gekuppelte Lokomotiven mit besonderem, nach hinten abgeschrägtem Tender Verwendung. Die Achsdrücke der Triebachsen gehen bis zu 22 t. Die Zusammenstellung I gibt die Hauptabmessungen einiger neuer amerikanischer Verschiebelokomotiven. Vergleichsweise sind die Abmessungen der hier vielfach zum Verschiebedienste verwendeten 3/3 gekuppelten Nebenbahn-Tenderlokomotive und der 3/4 gekuppelten Tenderlokomotive der preufsischen Staatsbahnen mit aufgeführt.

M—n.

Bewährung schwerer Lokomotiven.

Master Mechanics' Association, Juni 1904.

Bei dem schnellen Wachstum der amerikanischen Güterzuglokomotive sind vielfach Bedenken aufgestiegen, ob die Verwendung schwerer Lokomotiven von 300 bis 500 qm Heizfläche, die Güterzüge von 1000 bis 3000 t zu schleppen vermögen, bezüglich der Betriebs- und Unterhaltungskosten wirtschaftlich sei.

Auf Grund der Zusammenstellung I kann dies bejaht werden.

Bei den beiden angeführten Bahnen ist der Kohlenverbrauch für das Lokomotivkilometer trotz der Steigerung der Leistung um rund 31 % und 96 % nur um 16 % und 60 % gestiegen.

Zusammenstellung I.

		Norfolk und West-Bahn Gebirgsbahn				Flachlandbahn			
		1897	1903	Zunahme in %	Abnahme in %	1897	1903	Zunahme in %	Abnahme in %
Zahl der Güterzuglokomotiven		316	433	37	—	291	292	0,34	—
Durchschnittliche Zugkraft einer Lokomotive	kg	9900	13050	30,7	—	6910	13560	96	—
Geförderte Nutzlast für eine Lokomotive	1000 tkm	4500	6130	36,2	—	6480	11900	84	—
Durchschnittsleistung für eine Lokomotive	km	39500	44710	13,2	—	47510	52370	10	—
Kohlenverbrauch für 1 Lokomotiv/km	kg	43	50	16	—	14,8	23,6	60	—
Kohlenverbrauch für 1000 tkm Nutzlast	„	172,3	165,3	—	4,1	98,5	94,7	—	3,8
Ausbesserungskosten für 100 Lokomotiv/km	M	16,92	17,26	2,03	—	14.40	30,50*)	112*)	—
Ausbesserungskosten für 1000 tkm Nutzlast	„	0,671	0,570	—	15	0,476	0,602*)	27*)	—
Durchschnittliche Nutzlast des Zuges	t	322	486	51	—	336	638	90	—
Durchschnittliche Nutzlast für die Lokomotive	„	251	303	21	—	301	504	67	—

*) Hierin sind im Gegensatze zu den Angaben der Norfolk und West-Bahn auch die Kosten für Beschaffung neuer Lokomotiven eingerechnet. Diese Ziffern lassen also Vergleiche nicht zu.

Auf die geförderten Nutzlastkilometer gerechnet, ist er in beiden Fällen um etwa 4 % gesunken. Besonders bemerkenswert ist auch das Sinken der auf die geförderte Nutzlast bezogenen Kosten der Ausbesserung.

Die Verwendung schwerer Lokomotiven erscheint daher in wirtschaftlicher Beziehung durchaus gerechtfertigt, zumal neben den Ersparnissen an Heizstoff- und Ausbesserungskosten eine erhebliche Ersparnis an Kosten für die Bedienungsmannschaft eintritt. Auffällig ist übrigens, dafs, wie aus dem Vergleiche der letzten beiden Reihen der Zusammenstellung I hervorgeht, trotz der Vergröfserung der Zugkraft der einzelnen Lokomotiven keine Verminderung an Vorspann eingetreten ist. Der Verkehr ist also mindestens in demselben Verhältnisse gestiegen, wie die Zugkraft. Die Einführung schwererer Lokomotiven bringt ferner den Vorteil mit sich, dafs sich die Zahl der Kreuzungen und Überholungen vermindert, allerdings brauchen die Züge mehr Zeit zum Einfahren in die Nebengleise und diese müssen länger sein. Mit der Schwere der Züge nimmt auch der bei Schäden entstehende Verlust durch Verspätung der Güter zu; es wird daher gerade für die schweren Lokomotiven äufserste Sorgfalt im Bau empfohlen. Auch sollen die Kessel im Verhältnisse zu den Zylindern möglichst grofs gewählt werden, selbst wenn das Gewicht schwer belastete Laufachsen bedingt. Während bei uropäischen Lokomotiven das Verhältnis des Zylinderinhaltes zur Heizfläche meist zwischen 0,85 und 1,05 liegt, zeigen die in St. Louis 1904 ausgestellten 3/4 und 4/5 gekuppelten Güterzug-Lokomotiven Werte von 0,63 bis 0,93 und im Mittel 0,76. Die neuen amerikanischen Lokomotiven haben daher für gleichen Zylinderinhalt etwa 20 % mehr Heizfläche. Das Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche ist dabei ungefähr dasselbe, wie hier. Es beträgt bei den vorerwähnten Lokomotiven im ungünstigsten Falle 1 : 72. Von den früher mehrfach ausgeführten Verhältnissen von R : H bis 1 : 94 scheint man in Amerika zurückzukommen. Bei den in Deutschland viel verwendeten 4/4 gekuppelten Güterzug-Lokomotiven, die meist noch unter $4 \times 14 = 56$ t wiegen, könnte bei Ausnutzung des jetzt zulässigen Achsdruckes von 16 t ein erheblich gröfserer Kessel verwendet werden, der eine höhere Leistung der Lokomotive, als bisher, oder bei gleicher Leistung eine geringere Beanspruchung der Heizfläche und entsprechend sparsames Arbeiten ermöglichen würde. Auch der Raddurchmesser, der jetzt meist 1250 mm beträgt, könnte vergröfsert und dadurch die zulässige Höchstgeschwindigkeit erhöht werden. Die in St. Louis ausgestellten 4/5 gekuppelten Güterzug-Lokomotiven hatten Triebraddurchmesser von 1420 bis 1600 mm. Die entsprechende Vergröfserung des Achsstandes bildet keine Schwierigkeit, nachdem sich namentlich in Österreich die 5/5 gekuppelten Güterzug-Lokomotiven mit Gölsdorfscher Achsanordnung bewährt haben.

Übrigens finden auch bei einer Reihe der europäischen Bahnverwaltungen schwerere Güterzug-Lokomotiven immer mehr Eingang. Einige neuere Ausführungen seigt Zusammenstellung II.

Zusammenstellung II.

Nr.	Kuppelung	Güterzug-Lokomotiven der	Rostfläche qm	Heizfläche qm	Dienstgewicht t	Bemerkungen
1	4/5	sächsischen Staatsbahn	13,1	190	72	Verbinder-Überhitzer.
2	4/5	norwegischen Staatsbahn	2,8	178	72	—
3	4/5	schweizerischen Bundesbahnen, vierzylindrig	2,8	178	74	Schweizerische Bauzeitung 1902, S. 147.
4	4/5	französischen Südbahn	2,8	256	72	Serve-Rohre, Organ 1903, S. 24.
5	4/5	Great Western Bahn	2,5	191	70	—
6	4/6	italienischen Mittelmeerbahn	4,4	162	76	—
7	5/5	österreichischen Staatsbahn und Südbahn, Gölsdorf'sche Achsenanordnung	3,0	185	66	—
8	5/5	württembergischen Staatsbahn, Gölsdorf'sche Achsenanordnung	2,8	262	75	Serve-Rohre.
9	5/5	sächsischen Staatsbahn	13,3	196	70	—
10	5/6	Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen, vierzylindrig	2,8	256	78	Serve-Rohre, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1904, S. 1630.

M—n.

Technische Litteratur.

Über die Untersuchung und das Weichmachen des Kesselspeisewassers. Von Ing. mech. E. Wehrenfennig, Oberinspektor der österreichischen Nordwestbahn in Wien unter Mitwirkung des Ing. chem. F. Wehrenfennig, Fabrikdirektor in Eggenberg b. Graz. 2. gänzlich umgearbeitete Auflage. Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 1905. Preis 7,50 M.

Aus früheren Veröffentlichungen im »Organ« und in der »Eisenbahntechnik der Gegenwart«, sowie durch den Ruf in Fachkreisen ist bekannt, mit welcher Hingabe und Ausdauer sich der Verfasser der Frage der Wasserreinigung gewidmet hat, insbesondere der Feststellung solcher Verfahren, welche bei genügender Wirksamkeit einfach genug sind, um sich für den Kesselbetrieb im grofsen zu eignen, und um die Durchführung seitens technisch und chemisch ungebildeter Angestellter zu gestatten. Dieses Ziel ist erreicht, und zwar nun, wie die ganz neue Gestalt des Buches erkennen läfst, unter Beachtung der neuesten Erfahrungen und wissenschaftlichen Erkenntnis. In letzterer Beziehung wird der neue Mitarbeiter das seinige beigetragen haben. Da zahlreiche ausgeführte Reinigungsanlagen dargestellt und beschrieben sind, so hat das Werk auch unmittelbaren Wert als Vorlage für den im Betriebe Stehenden.

Auf die Wichtigkeit des Gegenstandes brauchen wir unsern Leserkreis nicht erst hinzuweisen, gehören doch die Folgen der Verwendung schlechten Speisewassers zu den meist beklagten Übelständen des Eisenbahnbetriebes, um so mehr aber freuen wir uns, den Fachgenossen das Wiedererscheinen dieses wichtigen Helfers in der Not bekannt zu geben.

Dem trefflichen Inhalte des Werkes entspricht die bekannte gediegene, und bei aller Anspruchslosigkeit würdige Ausstattung seitens des Verlegers.

Die ersten 25 Jahre des Elektrotechnischen Vereines. 1879 bis 1904. Herausgegeben von E. Naglo, zeitigem Vorsitzenden des Vereines. Berlin 1904.

Die Festschrift der Jubelfeier bringt eine Übersicht über Ursprung und Geschicke des Elektrotechnischen Vereines und damit über die Entstehung eines der wichtigsten Gebiete heutiger Technik.

Transversal-Dampfturbinen für elastische Kraftmittel: Wasserdampf, Luft, schweflige Säure, Kraftgas u. dgl. von A. Patschke, Ingenieur in Mülheim a. d. Ruhr. Mülheim (Ruhr), M. Röder. Preis 2,0 M.

Die Schrift bringt aufser der Darstellung der Dampfturbinen des Verfassers mit schraubenförmiger Umfangsbeaufschlagung eines Schaufelzylinders eine Theorie der Zurückwerfung elastischer Strahlen, welche auch auf das Lichtrad von Crookes angewendet wird. Bei der täglich wachsenden Bedeutung der Dampfturbinen überhaupt, und insbesondere einfacher und dauerhafter machen wir auf diese erste Veröffentlichung des Erfinders besonders aufmerksam.

Das deutsche Landhaus, Wochenschrift für Heimkultur. Berlin S. W. 12, herausgegeben vom Hempelschen Verlage.

Die Zeitschrift stellt sich die Aufgabe, den Sinn für zweckmäfsigen und gefälligen Landhausbau mit allem, was dazu gehört, wie Gartenanlagen, zu pflegen und zu verbreiten.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Inhalt des zwölften Heftes, Dezember 1905.

Original-Aufsätze.

Vereins-Angelegenheiten.

Mitteleuropäischer Motorwagen-Verein.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Maschinen- und Wagenwesen.

Signalwesen.

Elektrische Eisenbahnen.

Technische Litteratur.

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band. | 12. Heft. 1905.

Bremsversuche mit der Westinghouse-Schnellbremse an Güterzügen.

Von **E. Streer**, Inspektor der ungarischen Staatsbahnen zu Budapest.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln LXI bis LXIII.

(Schlufs von Seite 282.)

5. Stehversuche.

Die Stehversuche wurden mit Zugbildung B durchgeführt. Dabei wurde auch die Zeit vom Umlegen des Bremshahnes bis zum Beginne des Bremsens festgestellt, sie betrug bis zum 51. Wagen:

	bei Schnell- Bremsung	Voll- Bremsung
bei 9 % gebremsten Zuggewichtes . .	3,9 Sek.	8,2 Sek.
« 13 « « « . .	3,9 «	8,2 «
« 24 « « « . .	4,1 «	8,5 «
« 33 « « « . .	4,2 «	8,8 «
« 42 « « « . .	4,2 «	8,1 «
« 87 « « « . .	4,7 «	9,6 «

Mit zunehmender Zahl der Bremswagen wird also auch die Übertragungszeit gröfser, denn die Übertragungsventile pflanzen die Schnellwirkung rascher fort als die Steuerventile der Bremswagen.

Auch die Lösezeit ist festgestellt, die vom Umlegen des Bremshahnes in die Füllstellung bis zum Umsteuern des Steuerventiles am letzten Wagen verflofs; sie betrug:

	bei Schnell- Bremsungen	Voll- Bremsungen
bei 9 % gebremsten Zuggewichtes . .	64,0 Sek.	5,0 Sek.
« 42 « « « . .	60,8 «	— «
« 87 « « « . .	17,6 «	5,7 «

Die Lösezeit hängt demnach bei vollen Betriebsbremsungen von der Anzahl der Bremswagen nur wenig ab, bei Schnellbremsungen aber stark von der Zahl der eingeschalteten Übertragungsventile, denn sind deren viele eingeschaltet, so wird die Leitung beinahe ganz entleert. Sind weniger Übertragungsventile vorhanden, also vorwiegend Bremswagen eingeschaltet, so sinkt der Leitungsdruck weniger tief und die Lösezeit wird dementsprechend kürzer.

Die Übertragungs- und Lösezeiten bei gewöhnlichen Betriebsbremsungen werden bei den nun folgenden Ergebnissen der Versuchsfahrten auf der Gefällstrecke erläutert.

6. Regelungs- und Schnellbrems-Versuche auf der Gefällstrecke Jánoshegy-Garamberzencze.

Um die Brauchbarkeit der Bremse bei langen Zügen während des Befahrens steiler und langer Gefälle zu prüfen, wurden mit dem aus 101 Achsen bestehenden Versuchszuge der Bildung D (Abb. 3, Taf. LXI) Probefahrten auf der Gefällstrecke Jánoshegy-Garamberzencze vorgenommen, dabei die Fahrgeschwindigkeit mittels Betriebsbremsungen möglichst gleichmäfsig auf 30 km/St erhalten und festgestellt, ob nach Lösung der Bremsen die Hülfsluftbehälter der einzelnen Bremswagen auch genügend rasch wieder aufgefüllt werden können, ehe der Zug in unzulässigem Mafse beschleunigt wird.

Zur Beförderung dieses Versuchszuges wurde dieselbe Lokomotive verwendet wie bei den früheren Versuchsfahrten. Die Gewichts- und Bremsangaben dieses Versuchszuges sind schon in der Einleitung angegeben und in Abb. 3, Taf. LXI angeführt.

Das Gewicht des Wagenzuges war 599,07 t, von den 101 Wagenachsen waren 53 unbeladen, 48 beladen. Die Länge des ganzen Zuges betrug 518 m.

Das gebremste Gewicht des Wagenzuges betrug genau 144,21 t, also 24,1 % des Gewichtes des Wagenzuges oder 23,8 % aller Wagenachsen, gebremst waren 14 unbeladene und 10 beladene Wagenachsen. Die Bremswagen waren den Betriebsbestimmungen entsprechend im Zuge möglichst gleichmäfsig verteilt.

Die Ergebnisse dieser Bremsversuche im Gefälle sind in den Zusammenstellungen II und III angegeben.

Zusammen-

Versuchsfahrt Nr. XII am 10. November 1904 von Jánoshegy nach

Nr. des Versuches	Ort des Versuches: Station oder km	Ort des Versuches: Steigung ‰	Ort des Versuches: Gefälle ‰	Umlegen des Bremshahnes: in die Bremsstellung	Umlegen des Bremshahnes: in die Lösestellung	Bremsverhältnis zum Gewicht %	Leitungs-Druck vor der Bremsung at	Leitungs-Druck nach der Bremsung at	Druck im Hülfsluftbehälter at	Bremszylinderdruck at	Fahrgeschwindigk. km/St: beim Umlegen des Bremshahnes	Fahrgeschwindigk. km/St: Größte während der Bremsung	Fahrgeschwindigk. km/St: Kleinste beim Lösen der Bremsen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Abfahrt Jánoshegy	—	—	—	—	24,1	4,75	—	4,75	—	—	—	—
2	261,71	—	16,0	Betriebs-Br.	—	„	4,75	—	4,75	0,65	22	27,5	—
3	260,76	—	„	—	Lösen	„	—	4,05	4,05	—	—	—	20
4	260,54	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,9	—	4,6	0,4	28	32,5	—
5	258,97	—	„	—	Lösen	„	—	4,0	4,0	—	—	—	20,5
6	258,73	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,95	—	4,6	0,7	30	35	—
7	258,39	—	„	„	—	„	4,2	—	4,2	1,5	34,5	—	—
8	257,98	—	„	—	Lösen	„	—	3,8	3,8	—	—	—	20,5
9	257,75	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,5	—	4,2	0,35	26,5	35,5	—
10	256.97	—	„	„	—	„	3,9	—	3,9	0,45	35,5	36	—
11	255,40	—	„	—	Lösen	„	—	3,45	3,45	—	—	—	21
12	255,16	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,7	—	4.2	0,3	30	34	—
13	254,88	—	„	„	—	„	4,1	—	4,1	0,5	34	36,5	—
14	254,55	—	„	„	—	„	3,9	—	3,9	0,8	36,5	—	—
15	253,30	—	„	—	Lösen	„	—	3,45	3,45	—	—	—	13,5
16	252,85	—	—	Betriebs-Br.	—	„	4,5	—	4,5	0,8	13	—	—
17	Abfahrt Körmöczbánya	—	—	—	—	„	4,8	—	4,8	—	—	—	—
18	252,32	—	16,0	Betriebs-Br.	—	„	4,8	—	4,8	0,9	23	26,5	—
19	251,57	—	„	—	Lösen	„	—	4,05	4,05	—	—	—	22
20	251,04	—	„	Betriebs-Br.	—	„	5,0	—	4,7	0,3	31	35,5	—
21	250,79	—	„	„	—	„	4,7	—	4,7	0,6	35,5	36	—
22	250,62	—	„	„	—	„	4,4	—	4,4	1,0	35,5	—	—
23	250,17	—	„	—	Versuchswagen löst	„	—	4,2	4,2	—	—	—	—
24	248,22	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,0	—	4,0	0,2	29,5	31	—
25	248,11	—	„	„	—	„	3,9	—	3,9	1,1	31	32,5	—
26	247.23	—	„	—	Lösen	„	—	3,3	3,3	—	—	—	20
27	246,96	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,75	—	4,15	0,25	30,5	35,5	—
28	246,71	—	„	„	—	„	4,8	—	4,3	1,45	35,5	36,5	—
29	245,96	—	„	—	Versuchswagen löst	„	—	3,6	3,6	—	—	—	—
30	245,79	—	„	Betriebs-Br.	—	„	3,55	—	3,55	0,5	25,5	26	—
31	245,40	—	„	—	Lösen	„	—	3,15	3,15	—	—	—	21
32	245,22	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,0	—	3,6	—	27,5	32,5	—
33	245,04	—	„	„	—	„	3,9	—	3,9	0,8	32,5	37	—
34	244,80	—	„	„	—	„	3,55	—	3,55	2,5	37	38	—
35	244,18	—	„	—	Lösen	„	—	2,45	2,45	—	—	—	20
36	243,79	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,3	—	3,8	0,2	29,5	34	—
37	243,50	—	„	„	—	„	3,8	—	3,8	0,8	34	35	—
38	243,12	—	„	„	—	„	3,65	—	3,65	0,45	35	—	—
39	241,96	—	„	—	Lösen	„	—	3,3	3,8	—	—	—	13,5
40	241,45	—	1,5	Betriebs-Br.	—	„	4,1	—	4,1	0,25	22	—	—

stellung II.

Garamberzencze. Zugbildung D. 24,1 % des Gewichtes gebremst.

Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Eintritte der Luft in den Bremszylinder des letzten Wagens	Brems-Zeit (vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Stillstande des Zuges)	Brems-Weg (vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Stillstande des Zuges)	Verzögerung bei Schnellbremsung	Bremsweg auf die Wagerechte umgerechnet	Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung: bis zur Umsteuerung des Steuerventiles am letzten Wagen	Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung: bis zum Auffüllen des Hilfsluftbehälters	Witterung	Zustand der Schienen	Bemerkungen
Sek	Sek	m	%	m	Sek	Sek			
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
—	—	—	—	—	—	—	Starker Regen und Wind + 2° C.	feucht	Fahrt mit straff angespannten Schraubenkuppelungen.
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	42	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	5,5	48	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	5	38	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	48	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	43	—	—	—
9,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bremszylinder des Versuchswagens Nr. 1586 löst vor dem Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung.
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	5,5	58	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bremszylinder des Versuchswagens Nr. 1586 löst vor dem Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung.
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—		—	6,2	44	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—		9	70	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—		—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	5	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Nr. des Versuches	Ort des Versuches: Station oder km	Steigung ‰	Gefälle ‰	Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung	Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung	Bremsverhältnis zum Gewicht %	Leitungs-Druck vor der Bremsung at	Leitungs-Druck nach der Bremsung at	Druck im Hülfsluftbehälter at	Bremszylinderdruck at	Fahrgeschwindigk. km/St beim Umlegen des Bremshahnes	Fahrgeschwindigk. km/St Größte während der Bremsung	Fahrgeschwindigk. km/St Kleinste beim Lösen der Bremsen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
41	241,49	—	1,5	Betriebs-Br.	—	24,1	4,05	—	4,05	2,7	20,5	—	—
42	Abfahrt Bartos Lehota	—	„	—	—	„	4,6	—	4,6	—	—	—	—
43	240,97	—	16,1	Betriebs-Br.	—	„	4,7	—	4.7	0,3	22,5	29,5	—
44	240,77	—	„	„	—	„	4,4	—	4,4	1.2	29.5	31,5	—
45	240,30	—	„	—	Lösen	„	—	3,9	3,9	—	—	—	20,5
46	239,98	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,4	—	4.3	0,3	27,5	32	—
47	239,80	—	„	„	—	„	4,1	—	4,1	1,5	32	33	—
48	239,48	—	„	—	Lösen	„	—	3,5	3,5	—	—	—	20
49	239,15	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,4	—	4,0	0,2	25,5	31,5	—
50	238,93	—	„	„	—	„	4,1	—	4,1	0,3	31,5	34	—
51	238,56	—	„	„	—	„	3,6	—	3,6	0,8	34	—	—
52	238,10	—	„	—	Lösen	„	—	3,25	3.25	—	—	—	21
53	237,98	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4.0	—	3,65	0,3	26,5	33	—
54	237,66	—	„	„	—	„	3,6	—	3,6	1,3	33	35	—
55	236,90	—	„	—	Lösen	„	—	3,0	3,0	—	—	—	18,5
56	236,69	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,2	-	3,7	0,3	26	35,5	—
57	236,27	—	„	„	—	„	3,6	—	3,6	0,45	35,5	—	—
58	236,17	—	„	„	—	„	3,4	—	3,4	1,6	35	—	—
59	235,80	—	„	—	Lösen	„	—	2,9	2,9	—	—	—	20
60	235,31	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,0	—	3,5	1,0	28,5	32	—
61	234,20	—	16,0	—	Lösen	„	—	3,0	3,0	—	—	—	20,5
62	233,97	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,0	—	3 6	—	30	33,5	—
63	233,81	—	„	„	—	„	3,85	—	3,85	0,3	33,5	34	—
64	233,74	—	„	„	—	„	3,6	—	3,6	1,9	34	34,5	—
65	233,17	—	„	—	Lösen	„	—	2,8	2,8	—	—	—	16
66	233,01	—	„	Betriebs-Br.	—	„	3,8	—	3.4	1,05	22	26	—
67	232,47	—	„	—	Lösen	„	—	2,9	2,9	—	—	—	19,5
68	232,25	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,0	—	3,5	—	29	32	—
69	232,15	—	„	Schnell-Br.	—	„	4,2	0,2	3,8	2,9	32	33,5	—
70	231,55	—	„	Betriebs-Br	—	„	4,4	—	4,2	—	23,5	31	—
71	231,00	—	„	„	—	„	4,3	—	4,3	0,6	31	32.5	—
72	228,60	—	12,0	—	Lösen	„	—	3,45	3,45	—	—	—	19
73	228,29	—	5,0	Betriebs-Br.	—	„	4,1	—	3,9	0,2	27,5	31	—
74	228,24	—	—	„	—	„	3,85	—	3,85	0,3	31	31,5	—
75	228,16	—	—	„	—	„	3,7	—	3,7	1,7	31,5	32	—
76	127,67	4,0	—	—	Versuchswagen löst	„	—	3,1	3,1	—	—	—	—
77	227,66	4,0	—	—	Lösen	„	—	3,1	3,1	—	29	—	—
78	227,17	—	—	Betriebs-Br.	—	„	4,4	—	4,3	0,2	20,5	—	—
79	226,98	—	—	—	Lösen	„	—	4,1	4,1	—	20	—	—
80	226,88	—	—	Schnell-Br.	—	„	4,7	0,25	4,7	3,5	17,5	—	—
81	Ankunft Garamberzencze	—	—	—	—	„	—	—	—	—	—	—	—

Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Eintritte der Luft in den Bremszylinder des letzten Wagens Sek	Brems-Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Stillstande des Zuges Sek	Brems-Weg vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Stillstande des Zuges m	Verzögerung bei Schnellbremsung %	Bremsweg auf die Wagerechte umgerechnet m	Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung bis zur Umsteuerung des Steuerventiles am letzten Wagen Sek	Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung bis zum Auffüllen des Hülfsluftbehälters Sek	Witterung	Zustand der Schienen	Bemerkungen
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	41	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	42	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6,5	40	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	50	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	5,5	51	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	7	47	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	48	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	5,5	51	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	72	430	2,54	158	40	107	—	—	Anhalten auf der Strecke. Nach erfolgter Betriebs-Bremsung Schnellbremsung auch im letzten Wagen aufgetreten.
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	43	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bremszylinder des Versuchswagens Nr. 1586 löst vor dem Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung.
—	—	—	—	—	—	77	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	5	43	—	—	—
6	14	44	2,76	44	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Zusammen-

Versuchsfahrt Nr. XIII am 12. November 1904 von Körmöczbánya nach

Nr. des Versuches	Ort des Versuches: Station oder km	Steigung ‰	Gefälle ‰	Umlegen des Bremshahnes: in die Bremsstellung	Umlegen des Bremshahnes: in die Lösestellung	Bremsverhältnis zum Gewicht %	Leitungs-Druck vor der Bremsung at	Leitungs-Druck nach der Bremsung at	Druck im Hülfsluftbehälter at	Bremszylinderdruck at	Fahrgeschwindigk. km/St: beim Umlegen des Bremshahnes	Fahrgeschwindigk. km/St: Größte während der Bremsung	Fahrgeschwindigk. km/St: Kleinste beim Lösen der Bremsen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	**Abfahrt Körmöczbánya**	—	—	—	—	24,1	4,8	—	4,8	--	—	—	—
2	252,01 (252,51) *)	—	16,0	Schnell-Br.	—	„	4,8	0,3	4,8	3,75	32	33,5	—
3	251,42 (251,92)	—	„	„	—	„	4,8	2,9	4,8	3,4	22	24	—
4	251,06 (251,56)	—	„	„	—	„	4,8	0	4,8	3,6	23	24	—
5	250,16 (250,66)	—	„	„	—	„	4,7	0,25	4,7	3,6	41	43,5	—
6	249,40 (249,90)	—	„	„	—	„	4,6	2,9	4,6	3,35	31	34	—
7	248,90 (249,40)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,85	—	4,75	1,0	22	25	—
8	248,50 (249,0)	—	„	—	Lösen	„	—	4,1	4,1	—	—	—	18
9	248,30 (248,80)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,9	—	4,9	0,6	28	31	—
10	248,07 (248,57)	—	„	„	—	„	4,6	—	4,6	1,4	31	32,5	—
11	247,60 (248,10)	—	„	—	Lösen	„	—	4,0	4,0	—	—	—	19
12	247,40 (247,90)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,9	—	4,7	0,5	26	34	—
13	247,00 (247,50)	—	„	„	—	„	4,3	—	4,3	1,25	34	34,5	—
14	246,35 (246,85)	—	„	—	Lösen	„	—	3,8	3,8	—	—	—	21
15	246,10 (246,60)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,8	—	4,6	—	30	33	—
16	246,02 (246,52)	—	„	„	—	„	4,75	—	4,7	1,85	33	—	—
17	245,50 (246,0)	—	„	—	Lösen	„	—	3,6	3,6	—	—	—	17,5
18	245,20 (245,70)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,7	—	4,4	0,6	25,5	35	—
19	244,96 (245,46)	—	„	„	—	„	3,95	—	4,05	1,0	35	35,5	—
20	244,86 (245,36)	—	„	„	—	„	3,8	—	3,95	2,4	35,5	—	—
21	244,45 (244,95)	—	„	—	Lösen	„	—	3,3	3,3	—	—	—	18
22	244,26 (244,76)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,3	—	3,9	0,3	26	31	—
23	244,07 (244,57)	—	„	„	—	„	4,0	—	4,0	0,5	31	34	—
24	243,68 (244,18)	—	„	„	—	„	3,55	—	3,55	1,25	34	—	—
25	243,58 (244,08)	—	„	„	—	„	3,4	—	3,4	2.2	33,5	—	—
26	243,22 (243,72)	—	„	—	Lösen	„	—	3,0	3,0	—	—	—	20,5
27	243,04 (243,54)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,0	—	3,6	0,3	26	32	—
28	242.78 (243,28)	—	„	„	—	„	3,6	—	3,6	1,6	32	33	—
29	241,91 (242,41)	—	8,0	—	Lösen	„	—	2,9	2,9	—	—	—	12
30	241,63 (242,13)	—	1,5	Betriebs-Br.	—	„	4,4	—	4,4	0,8	18	—	—
31	**Abfahrt Bartos Lehota**	—	„	—	—	„	4,8	—	4,8	—	—	—	—
32	240,74 (241,24)	—	16,1	Schnell-Br.	—	„	4,8	0,2	4,8	3,7	31	34	—
33	240,27 (240,77)	—	„	„	—	„	4,6	0,2	4,6	3,5	24	26,5	—

*) Die in Klammern stehenden Kilometerzahlen beziehen sich auf den Stand des letzten Versuchswagens hinten. Diese Km-Zahlen

stellung III.

Garamberzencze. Zugbildung D. 24,1 % des Gewichtes gebremst.

Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Eintritte der Luft in den Bremszylinder des letzten Wagens Sek	Brems-Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Stillstande des Zuges Sek	Brems-Weg vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Stillstande des Zuges m	Verzögerung bei Schnellbremsung %	Bremsweg auf die Wagerechte umgerechnet m	Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung bis zur Umsteuerung des Steuerventiles am letzten Wagen Sek	Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung bis zum Auffüllen des Hülfsluftbehälters Sek	Witterung	Zustand der Schienen	Bemerkungen
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
—	—	—	—	—	—	—	Schneefall und windstill 0° C.	beschneit	Die unten angeführten Schnellbremsungen verliefen auf Lokomotive und im Versuchswagen stofsfrei.
6,0	38	213	3,50	115	39	—	—	—	Wie bei allen vorhergehenden Versuchen Schraubenkuppelungen gespannt.
6,6	28	123	3,16	62	—	—	—	—	Schnellwirkung hinten nur als Vollbremsung aufgetreten.
6,1	27	119	3,36	63	—	—	—	—	—
6,2	52	377	3,36	198	51	—	—	—	—
6,3	46	262	3,05	125	12	—	—	—	Schnellwirkung hinten nur als Vollbremsung aufgetreten.
13	—	—	—	—	—	—	—	—	Abfahrt bei km 249,63, von hier ab Regelung der Geschwindigkeit durch Betriebsbremsungen.
—	—	—	—	—	6	42	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	7	44	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6,5	43	—	—	—
16,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	7	45	—	—	—
16.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6,2	44	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	7	45	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	80	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Von hier ab mit losen Schraubenkuppelungen.
6	40	242	3,18	120	44	—	—	—	Anhalten auf der Strecke. — Stofsfrei.
6	32	145	3,18	71	47	—	—	—	Anhalten auf der Strecke. — Stofsfrei.

sind auch in die Bremsschaulinie auf Tafel LXIII eingetragen.

Nr. des Versuches	Ort des Versuches: Station oder km	Ort des Versuches: Steigung ‰	Ort des Versuches: Gefälle ‰	Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung	Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung	Bremsverhältnis zum Gewicht %	Leitungs-Druck vor der Bremsung at	Leitungs-Druck nach der Bremsung at	Druck im Hülfsluftbehälter at	Bremszylinderdruck at	Fahrgeschwindigk. km/St beim Umlegen des Bremshahnes	Fahrgeschwindigk. km/St Gröfste während der Bremsung	Fahrgeschwindigk. km/St Kleinste beim Lösen der Bremsen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
34	239,52 (240,02)	—	16,1	Schnell-Br.	—	24,1	4,65	0,2	4,65	3.55	41	42,5	—
35	237,86 (238,36)	—	„	„	—	„	4,7	0,2	4,7	3,6	50.5	52	—
36	236,97 (237,47)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,65	—	4,65	0.7	24	28	—
37	236,77 (237,27)	—	„	„	—	„	4,2	—	4,2	1,2	28	30	—
38	236,02 (236,52)	—	„	—	Lösen	„	—	3.75	3.75	—	—	—	19
39	235,81 (236,31)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,7	—	4,4	0,4	28	32	—
40	234,61 (236,11)	—	„	„	—	„	4,2	—	4,2	1,5	31	—	—
41	235,22 (235,72)	—	„	—	Lösen	„	—	3,6	3,6	—	—	—	13
42	234.99 (235,49)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,9	—	4,6	1,2	27	29,5	—
43	234,16 (234,66)	—	16,0	—	Lösen	„	—	3,8	3,8	—	—	—	20
44	233,93 (234,43)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,84	—	4,5	0,4	29	32	—
45	233,74 (234,24)	—	„	„	—	„	4,4	—	4,4	2,4	32	—	—
46	233,42 (233,92)	—	„	—	Lösen	„	—	3,6	3,6	—	—	—	16
47	233,22 (233,72)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,5	—	4,3	0,5	25	31	—
48	232,97 (233.47)	—	„	„	—	„	3,9	—	3.9	1,8	30	31	—
49	232.50 (233.0)	—	„	—	Lösen	„	—	3,4	3,4	—	—	—	20
50	232,27 (232,77)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,7	—	4,2	0.4	28,5	33	—
51	232,04 (232,54)	—	„	„	—	„	4,2	—	4.2	0,65	33	—	—
52	231,90 (232,40)	—	„	„	—	„	3,65	—	3,65	2,9	32	—	—
53	231,64 (232.14)	—	„	—	Lösen	„	—	3,15	3,15	—	—	—	16
54	231,35 (231,85)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,7	—	4 4	—	26	31	—
55	231,20 (231,70)	—	„	Schnell-Br.	—	„	4,5	2,6	4,5	3,1	31	34,5	—
56	230,62 (231.12)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,6	—	4,5	0,3	24	27,5	—
57	230,48 (230,98)	—	„	„	—	„	4,3	—	4.3	0,8	27,5	31	—
58	230,30 (230,80)	—	12,0	„	—	„	4,0	—	4,0	1,1	30,5	31	—
59	229,73 (230,23)	—	„	—	Lösen	„	—	3,7	3,7	—	—	—	—
60	229,54 (230,04)	—	„	Betriebs-Br.	—	„	4,6	—	4,4	0,3	25	30	—
61	229,30 (229.80)	—	„	„	—	„	4,2	—	4,2	0,4	30	31	—
62	229,00 (229.50)	—	„	„	—	„	3.95	—	3,95	0.5	31	—	—
63	228,42 (228,92)	—	5,0	—	Lösen	„	—	3,8	3,8	—	—	—	24,5
64	226,88 (227.38)	—	„	Schnell-Br.	—	„	4,7	0,2	4,7	3,7	21,5	—	—
65	Ankunft Garamberzencze	—	—	—	—	„	—	—	—	—	—	—	—

Die Kilometerzahlen in den Spalten 2 geben den Standpunkt der Lokomotive beim Umlegen des Bremshahnes in die Brems- oder Lösestellung an. Bei Fahrt Nr. XIII bedeuten die eingeklammerten Kilometerzahlen in Spalte 2 den Standort des Versuchswagens 518 m hinter der Lokomotive.

Die Spalten 8 und 10 geben den Luftdruck in der Leitung und im Hülfsluftbehälter an, der während der Dauerbremsungen ungefähr zwischen 5 und 3 at schwankte.

Spalte 11 zeigt die nur im Versuchswagen gemessenen Bremszylinder-Spannungen, die bei den Betriebsbremsungen

Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Eintritte der Luft in den Bremszylinder des letzten Wagens	Brems-Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Stillstande des Zuges	Brems-Weg vom Umlegen des Bremshahnes in die Bremsstellung bis zum Stillstande des Zuges	Verzögerung bei Schnellbremsung	Bremsung auf die Wagerechte umgerechnet	Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung bis zur Umsteuerung des Steuerventiles am letzten Wagen	Zeit vom Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung bis zum Auffüllen des Hülfluftbehälters	Witterung	Zustand der Schienen	Bemerkungen
Sek	Sek	m	%	m	Sek	Sek			
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6,1	52	384	3,34	200	46	—	Schneefall und windstill	beschneit	Anhalten auf der Strecke. — Stofsfrei.
6.1	76	653	3,18	320	47	—	—	—	Anhalten auf der Strecke. — Stofsfrei.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Abfahrt bei km 237,7 — von hier ab Regelung der Geschwindigkeit durch Betriebsbremsungen.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	7	42	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	7	50	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6,8	42	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	7	48	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6,2	46	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	62	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	62	380	2,60	146	—	—	—	—	Anhalten auf der Strecke. Nach erfolgter Betr.-Br.-Schnellbremsung hinten nur als Vollbremsung aufgetreten.
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	7	45	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	6	-	—	—	—
6	17	73	2,50	73	59	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

selten mehr als 2 at betrugen. Während der Vornahme der Versuche zeigte sich, dafs bei den Betriebsbremsungen auch schon eine geringe und allmälige Abnahme des Leitungsdruckes hinten im Versuchswagen bleibende Bremswirkung erzeugte. Der im Bremszylinder erzeugte Druck verlor sich nicht, auch wenn er noch so klein war, und jede geringste weitere Druckabnahme in der Leitung erzeugte eine entsprechende Erhöhung des Bremszylinderdruckes.

Die Regelung der Geschwindigkeit war zwar nicht vollkommen, weil der, nur an Züge von 30 Achsen gewöhnte Lo-

komotivführer der Gefällstrecke in der Bremsung eines so langen Zuges gar keine Übung hatte; doch konnte die höchste Geschwindigkeit leicht unter 35 km/St gehalten werden. Die Schwankungen der Geschwindigkeit sind in den Spalten 13 und 14 angegeben.

Die Dauer vom Umlegen des Bremshahnes bis zur Bremsung des letzten Wagens betrug bei den Betriebsbremsungen je nach der Höhe des erreichten Leitungs- und Hülfsluftbehälter-Druckes 9 bis 21 Sek.; bei den weiter unten besprochenen Schnellbremsungen 6 bis 6,8 Sek.

Die Zeit bei Lösungen vom Umlegen des Bremshahnes bis zum Umsteuern des Steuerventiles am letzten Wagen betrug 5 bis 7 Sek., bei Schnellbremsungen nach Spalte 20 wegen der beinahe vollständigen Entleerung der Leitung 10 bis 50 Sek.

Die Zeit, welche vom Umlegen des Bremshahnes in die Lösestellung bis zum Auffüllen der Hülfsluftbehälter auf den ursprünglichen Druck nötig war, ist in Spalte 21 nachgewiesen. Bei Betriebsbremsungen betrug sie 40 bis 45 Sek., für Schnellbremsungen ist sie nicht ermittelt.

Die Versuchsfahrt Nr. XII wurde mit gespannten, ein Teil der zweiten Fahrt, Nr. XIII jedoch mit losen Schraubenkuppeln vorgenommen. Die bei letzterer Fahrt auf dem Gefälle von 16 $^0/_{00}$ und bei Geschwindigkeiten von 20, 30, 40 und 50 km/St ohne vorherige Betriebsbremsung vorgenommenen Schnellbremsungen zum Anhalten des Zuges verliefen trotz schneebedeckter und nasser Schienen stofsfrei, nach dem Lösen der Bremsen waren Hauptleitung und Hülfsluftbehälter stets in kürzester Zeit wieder auf den regelmäfsigen Druck aufgefüllt, bevor der beschleunigte Zug eine bedenkliche Geschwindigkeit erreicht hatte. Die Regelung der Geschwindigkeit blieb also auch nach dem Anhalten mittels Schnellbremsung und dem damit verbundenen gänzlichen Entleeren der Hauptleitung unbeeinträchtigt.

Während des Lösens nach den Betriebsbremsungen machten sich bei dem lose gekuppelten Zuge leichte Schwankungen und Stöfse bemerkbar, die jedoch nicht von Bedeutung waren und die ihre Erklärung in der sofort eintretenden Beschleunigung des vordern Zugteiles finden.

Das Anhalten in den Stationen mittels Betriebsbremsungen erfolgte stofsfrei.

Der Versuch, nach einer Betriebsbremsung eine Schnellbremsung einzuleiten, ist nach Nr. 69 der Zusammenstellung II gelungen, hingegen bei Versuch Nr. 55 der Zusammenstellung III artete die Schnellbremsung am Zugende in einfache Vollbremsung aus. Diese Bremsung ergab jedoch kaum merkbar längeren Bremsweg als die vollständig gelungene Schnellbremsung.

Als Schlufsfolgerung kann also die Behauptung aufgestellt werden, dafs die Regelung der Geschwindigkeiten auf Gefällen mittels Betriebsbremsungen auch bei langen Güterzügen nach Einübung der Führer ohne grofse Geschwindigkeits-Schwankungen erreicht und dafs auch der bereits eingebremste Zug auf dem Gefälle erforderlichen Falles rasch angehalten werden kann, ferner, dafs es auch bei langen Zügen keine Schwierigkeit bereitet, die Hauptleitung und die Hülfsluftbehälter der Bremswagen stets genügend gefüllt zu halten, und schliefslich, dafs bei einer nur halbwegs sachgemäfsen Handhabung der Bremse von einer betriebsgefährlichen Entleerung der Hauptleitung und der Hülfsluftbehälter und damit von einer allmäligen Erschöpfung der Bremskraft nicht die Rede sein kann.

Während der Versuche wurde vielmehr der beruhigende Eindruck gewonnen, dafs der Lokomotivführer den Zug stets in seiner Macht hatte, da die Geschwindigkeit trotz des Mangels an Übung im Fahren langer Züge mit Luftdruckbremse nur zwischen Grenzen schwankte, welche für die Betriebsicherheit nicht in Betracht kommen.

Für die bei der Talfahrt erreichten höheren Geschwindigkeiten von 35 bis 50 km/St (Zusammenstellung III) reichte bei den Schnellbremsungen das Bremsausmafs von 24 $^0/_0$ aus, um den vorgeschriebenen Bremsweg einzuhalten, trotzdem schon für 40 km/St Geschwindigkeit auf dieser Strecke 27 $^0/_0$ und für 50 km/St 36 $^0/_0$ gebremsten Gewichtes für Handbremsen vorgeschrieben sind.

Auch hier mufs hervorgehoben werden, dafs bei tatsächlicher Verwendung beladener Güterwagen, welche blofs mit 90 $^0/_0$ ihres Leergewichtes gebremst werden, die Zahl der Bremswagen entsprechend zu vermehren sein wird, um dieselben Bremswege zu erzielen, wie beim Versuchszuge, bei welchem die schweren Wagen durch Personenwagen ersetzt wurden, deren Bremsung 80 $^0/_0$ des Eigengewichtes betrug.

7. Darstellung der Bremswege.

Um die bei Verwendung verschiedener Bremsverhältnisse erhaltenen Bremswege miteinander vergleichen zu können, wurden sie auf Tafel LXII zeichnerisch zusammengefafst. Die Längen entsprechen der Fahrgeschwindigkeit bei Beginn der Bremsung und die Höhen den nach der früheren Angabe auf die Wagerechte umgerechneten Bremswegen.

Die voll ausgezogenen Linien beziehen sich auf die Schnellbremsversuche der Strecke Budapest-Czegléd mit 9, 13, 24, 33 und 42 $^0/_0$ gebremsten Gewichtes, und sind aus den Versuchsergebnissen der verschiedenen Bremsverteilungen der Zugbildungen A, B, C und D gebildet.

Die gestrichelt gezeichnete Schaulinie entspricht den Bremswegen der auf der Gefällstrecke von 16 $^0/_{00}$ mit 24 $^0/_0$ gebremsten Gewichtes vorgenommenen Schnellbremsungen, ebenfalls auf die Wagerechte bezogen. Diese letztere Schaulinie zeigt im Vergleiche mit der für 24 $^0/_0$ Bremsverhältnis der Czegléder Versuche kürzere Bremswege, was dem Widerstande der zahlreichen Krümmungen von R = 275 ^{m} zuzuschreiben ist.

Auf Taf. LXII sind schwach gestrichelt auch noch Bremsweg-Schaulinien für 9 $^0/_0$ und 13 $^0/_0$ eingezeichnet, welche gelegentlich von Versuchen mit Handbremsen bei Güterzügen auf der Wagerechten festgestellt wurden, um sie mit den mittels Westinghouse-Schnellbremse erzielten Bremswegen vergleichen zu können. Die Bremswege der Westinghouse-Schnellbremse sind beim Versuchzuge um etwa 30 $^0/_0$ kürzer als die der Handbremsen unter ähnlichen Verhältnissen. Doch mufs noch bemerkt werden, dafs die bei den Handbremsversuchen erzielten Ergebnisse besonders günstige sind, weil die Bremsen mit besonderer Sorgfalt bedient wurden, und sich neben den Bremsern Aufsichtsbeamte befanden. Im Betriebe dürften die Bremswege bei Handbremsen nicht unbedeutend länger werden.

8. Bremsschaulinien.

Taf. LXII zeigt ein Beispiel der Bremsschaulinien bei Schnellbremsungen der Versuchsfahrt Nr. XI Budapest-Czegléd aus Zusammenstellung I.

Die Geschwindigkeit wurde aus der Zeitlinie bestimmt; jedes Millimeter des Abstandes von vier halben Sekunden-Zeichen entspricht 4,34 km/St Fahrgeschwindigkeit.

Taf. LXIII zeigt ein Beispiel der bei der Fahrt Nr. XIII auf der Gefällstrecke Körmöczbánya-Garamberzencze fortlaufend aufgenommenen Bremsschaulinie. Die Bedeutung der einzelnen Linien, die Zeichen-Erklärungen und Mafsstäbe sind auf der Tafel angegeben.

An der obersten Linie der Schaulinie stehen die Kilometerzahlen, welche den jeweiligen Stand des Versuchswagens 518 ^{m} hinter der Lokomotive angeben; die eingekreisten Nummern stimmen mit den laufenden Nummern der Spalte 1 in Zusammenstellung III überein.

In diese Schaulinie ist auch die Geschwindigkeitslinie eingestrichelt, welche mit dem Digeon'schen Geschwindigkeitsmesser im zweiten Versuchswagen aufgenommen wurde.

Auch zeigt die Schaulinie aufser den Regelungs-Bremsungen die auf offener Strecke im Gefälle von 16 $^0/_{00}$ vorgenommenen Schnellbremsungen an.

Stromverbrauch bei Wechselstrombahnen.

Von **Cserháti,** technischer Konsulent des Werkes Ganz und Comp. in Budapest.

Auf die Bemerkungen des Herrn Oberingenieurs Pforr*) erlaube ich mir folgendes zu bemerken.

Ich gab für die Stubaitalbahn den gerechneten durchschnittlichen Stromverbrauch für Drehstrom und für eine volle Hin- und Rückfahrt mit 29,4 W.St. an, und bemerkte nebenbei, dafs dies der Unterschied des Stromverbrauches zwischen Berg- und Tal-Fahrt ist, die laut Rechnung 57,0 und 27,6 W.St. erfordern.

Richtiger hätte es lauten sollen: Die 29,4 W.St./t.km Verbrauch sind der Unterschied zwischen Verbrauch und Rückgewinn.

Anstatt nun das Endergebnis, nämlich den Durchschnittsverbrauch von 29,4 W.St./t.km für eine volle Hin- und Rückfahrt auf seine Richtigkeit zu prüfen, griff Herr Pforr die 57 W.St./t.km heraus, und leitete hiervon ausgehend ab, dafs ich mit Triebmaschinen von 104 % gerechnet und mich in meinen Berechnungen um 30 % zu meinen Gunsten geirrt hätte. Hätte Herr Pforr seine Berechnungen für eine volle Hin- und Rückfahrt durchgeführt, was nötig ist, wenn man für eine Bahnstrecke richtige Durchschnittswerte erlangen will, dann hätte er sich überzeugen können, dafs meine Berechnungen richtig sind, und ich mich weder zu meinen Gunsten noch zu Ungunsten geirrt habe.

Um Herrn Pforr diese Prüfung zu erleichtern, will ich meine Berechnung des Stromverbrauches für die Beförderung einer Tonne Last von Wilten bis Fulpmes und zurück anführen.

Strecke	tkm	Verbrauch		Unterschied	
		+ K.W.Sek.	— K.W.Sek.	K.W.Sek.	W.St./tkm
Wilten—Fulpmes	18,2	5991	495	+ 5496	+ 84,2
Fulpmes—Wilten	18,2	1447	3118	— 1671	— 25,4
Im ganzen	36,4	7438	3613	3825	+ 29,4

Die mit — versehenen Zahlen bedeuten Rückgewinn.

Der ganze Arbeitsverbrauch beträgt 7438 K.W.Sek., der Rückgewinn 3613 K.W.Sek., was einem durchschnittlichen Verbrauche von $\frac{7438000}{3600 \,.\, 36,4} = 57,0$ W.St./t.km, beziehungsweise einem durchschnittlichen Rückgewinne von 27,6 W.St. t.km entspricht. In diesen Werten ist auch der Verbrauch für achtzehnmaliges Anfahren bei einer Hin- und Rückfahrt enthalten.

Ich habe nicht behauptet, dafs Stromrückgewinn nur mit Drehstrom möglich ist. Es ist mir bekannt, dafs dieser auf dem Versuchsfelde mit Hülfe von gewissen zusätzlichen Einrichtungen auch bei Gleichstrom möglich ist; nach Angabe des Herrn Pforr soll dies auch bei Einphasen-Wechselstrom der Fall sein. Im regelmäfsigen Eisenbahnbetriebe wird aber bislang der Stromrückgewinn nur auf Drehstrombahnen ausgenutzt.

Es sind mir Fälle bekannt, in denen man auf Gleichstrombahnen sehr viel Mühe, Zeit und Geld auf die Lösung dieser Aufgabe verwendet hat, jedoch ohne Erfolg.

*) Organ 1905. S. 291.

Einphasenbahnen, auf denen Strom zurückgewonnen wird, gibt es meines Wissens noch nicht, und so lange der Stromrückgewinn sich bei dieser Stromart im Betriebe nicht bewährt hat, kann man davon nicht sprechen.

Auf die Frage, ob der zurückgewonnene Strom verwertet werden kann oder nicht, gibt die Valtellina-Bahn eine genügend klare Antwort, denn dort ist der Rückgewinn ohne jede zusätzliche Einrichtung an den Wagen oder in der Kraftanlage ermöglicht, was den Stromverbrauch bedeutend herabdrückt. Dafs der Betrag für den Strombezug der Stubaitalbahn für Drehstrom geringer ausgefallen wäre, wenn man den Stromverbrauch für 1 Tkm um die Hälfte kleiner hätte ansetzen können, ist zum mindestens sehr wahrscheinlich. Dafs die Sillwerke gegenwärtig noch sehr viel verfügbare Wasserkraft besitzen, ist auch nicht entscheidend für diese Frage, welche nur eine Frage der Wahl der Stromart ist.

In meinen Mitteilungen über die Spindlersfelder Anlage haben sich tatsächlich Fehler bei der Abschrift eingeschlichen, nach deren Richtigstellung der angeführte Vergleich nicht mehr einwandfrei erscheint, weshalb ich die daraus gezogenen Schlufsfolgerungen fallen lasse.

Wenn wir nun den Stromverbrauch der Ballston-Linie für Einphasen-Wechselstrom dahin berichtigen, dafs er nicht in Wattstunden, sondern in Voltampère-Stunden angegeben ist, so werden aus den 78,1 Voltampère-Stunden 70 bis 74 Wattstunden. Es wird nämlich in dem Aufsatze des Street Railway Journal, aus dem die Daten genommen sind, cos φ mit 0,9 bis 0,95 für diese Triebmaschinen angegeben. Die Schlufsfolgerung bleibt daher auch nach dieser Richtigstellung unverändert.

Herr Pforr gibt der Ansicht Ausdruck, dafs die Triebmaschinen der Ballston-Linie, welche mit Gleich- und Wechselstrom laufen, nicht so günstig arbeiten, wie reine Wechselstrom-Maschinen. Da aber die Anlage doch hauptsächlich den Zweck hat, die Verwendbarkeit von Einphasenstrom zu zeigen, so ist es höchst unwahrscheinlich, dafs man bei Triebmaschinen, die von Haus aus mit Gleichstrom mehr leisten als mit Wechselstrom, die Leistungsfähigkeit für Gleichstrom zu Ungunsten der Wechselstromleistung verringert hätte. Es ist sogar im Gegenteile die Vermutung begründet, dafs, wenn man die Triebmaschinen der Ballston-Linie nur für Gleichstrom gebaut hätte, diese bei gleichem Gewichte bedeutend leistungsfähiger, oder bei derselben Leistung bedeutend leichter geworden wären, als die für zwei Stromarten gebauten, die gröfsere Stromwender und Bürsten, daher auch gröfsere Gehäuse brauchen.

Es ist so ziemlich anerkannt, dafs der Stromverbrauch der Valtellina-Bahn mit 31 W.St./Tkm im Wagen gemessen bei den dortigen Verhältnissen ein äufserst günstiger genannt werden kann. Herr Pforr sucht nun die Bedeutung dieser günstigen Ziffer dadurch herabzusetzen, dafs er sagt, man könne sie erst beurteilen, wenn man die Steigungs- und Krümmungs-Verhältnisse kennte. Nun ist aber, abgesehen von wiederholten Veröffentlichungen, in denen der Längenschnitt der Bahn mit-

geteilt wurde, im Punkte I meines Aufsatzes genau angegeben, dafs während einer Hin- und Rückfahrt der Höhenunterschied 527,5 m, die durchschnittliche Steigung also 2,5 $^0/_{00}$ beträgt. Bezüglich der Krümmungsverhältnisse wird es genügen, anzuführen, dafs beispielsweise die Hälfte der Strecke Lecco-Colico in Bögen liegt, und dafs der kleinste Halbmesser auf der Strecke 300, in Weichen 150 m beträgt.

Steigungs- und Krümmungsverhältnisse sind daher durchaus nicht günstig. Eben die auf dieser schwierigen Bahnstrecke erzielten Ergebnisse lassen mit Bestimmtheit erwarten, dafs wenn Stromverbrauchsziffern auch für Einphasen-Vollbahnen im Betriebe ermittelt sein werden, meine Behauptung allgemein als richtig anerkannt werden wird, dafs bezüglich Stromverbrauches der Drehstrom für schweren Vollbahnverkehr obenan steht.

Diese Ansicht scheinen auch die Mitglieder des vom schweizerischen Bundesrate vor einigen Wochen auf die Valtelinabahn entsendeten Sachverständigen-Ausschusses zu teilen, da ihre Äufserungen nach den dort gemachten Erfahrungen für Drehstrom äufserst günstig lauteten. Diese Erfahrungen dürften auf die Wahl der Stromart für die Simplonbahn erheblichen Einflufs ausüben.

Die Lokomotiven auf der Weltausstellung in St. Louis 1904.

Von **Fr. Gutbrod**, Regierungsbaumeister in Halle a. S.

Hierzu Mafszusammenstellung auf Tafel LIV und Zeichnungen Abb. 1 bis 35 auf den Tafeln LV bis LVII.

(Schlufs von Seite 271.)

II. B. Die Güterzuglokomotiven.

Die ausgestellten Güterzuglokomotiven waren alle in amerikanischen Werkstätten erbaut. Der Umstand, dafs unter den 15 Ausstellungslokomotiven dieser Gattung nicht weniger als 9 der 4/5 gekuppelten »Consolidation«-Form 2-8-0 angehörten, war nicht etwa Zufall, veranlafst durch das Bestreben der Erbauer, möglichst leistungsfähige Güterzuglokomotiven dem Beschauer vorzuführen, sondern durch die Tatsache begründet, dafs das Bestreben der amerikanischen Eisenbahngesellschaften unter dem Drucke des eigenartigen Güterverkehres dahin geht, eine möglichst grofse Zahl von Lastachsen auf langer Strecke ohne Vorspann und ohne Lokomotivwechsel zu befördern. Diesen Anforderungen ist die »Consolidation«-Form unter gewöhnlichen Streckenverhältnissen gut gewachsen, da die fünf Achsen bei der weitern Umgrenzungslinie der amerikanischen Bahnen und der höhern Triebachsbelastung einen Kessel zulassen, dessen Heizfläche der Beförderung der schwersten durchfahrenden Güterzüge gewachsen ist. Nicht unerwähnt darf dabei bleiben, dafs unter den aufserordentlich günstigen Bedingungen des Güterverkehres im Innern der amerikanischen Staaten nicht etwa die Grenze der Leistungsfähigkeit der Lokomotive, sondern einzig und allein die Möglichkeit einer durchlaufenden Bremsung und die Wahrung der Übersichtlichkeit des Zuges von der Lokomotive aus für die Länge der Güterzüge mafsgebend ist.

Die genannten Lokomotiven ziehen Güterzüge von 3000 bis 3500 t Gewicht auf ebener Strecke bei gutem Wetter mit Sicherheit. Bei einer durchschnittlichen Tragfähigkeit der bei solchen Zügen in Betracht kommenden Wagen von 30 t und einem toten Gewichte von 12 t entsprechend einem mittlern Wirkungsgrade von 40 % bei gemischter Stahl- und Holz-Bauart besteht ein derartiger Zug aus 70 bis 80 Wagen oder 280 bis 320 Achsen, und besitzt bei einer durchschnittlichen Wagenlänge von 12 bis 15 m eine Länge von 1 km und mehr. Gröfsere Längen sind aus den genannten, sowie mancherlei anderen Gründen unstatthaft.

Die »Consolidation«-Form reicht für die Beförderung der üblichen Zugeinheiten in stark hügeligem Gelände und namentlich auf Gebirgstrecken dagegen nicht aus. Derartige Strecken bedingen Teilung der Züge vor der Steigung, Beförderung der einzelnen Zugteile mittels Schiebelokomotiven die Steigung hinauf, Zusammensetzen der Teile jenseits des Berges und Leerfahrten der Schiebelokomotiven.

Diesem unwirtschaftlichen Betriebe versuchte die Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn auf ihren zahlreichen Gebirgstrecken durch Beschaffung noch leistungsfähigerer Lokomotiven abzuhelfen. Sie gab zu diesem Zweck vor drei Jahren die ersten 5/6 gekuppelten Güterzuglokomotiven der »Mastodon«-Form mit Vierzylinder-Tandem-Verbunddampfmaschinen in Auftrag und bestellte vor zwei Jahren, als sich im Betriebe ergab, dafs der Kessel der geforderten Leistung nicht gewachsen war, bei den Baldwin-Lokomotiv-Werken 70 5/7 gekuppelte Güterzuglokomotiven für Schiebedienst, von denen eine im Verkehrsgebäude in St. Louis ausgestellt war.

Die Amerikanische Lokomotiv-Gesellschaft hatte eine für ähnliche Zwecke gebaute, noch leistungsfähigere Lokomotive ausgestellt, die nach den Entwürfen des Oberingenieurs Francis Cole in den Schenectady-Werken zunächst als Probelokomotive für die Baltimore und Ohio-Eisenbahn gebaut war. Mit besonderer Berücksichtigung der ungünstigen Krümmungsverhältnisse der Strecken dieser Bahngesellschaft im Alleghany-Gebirge wurde die bei uns allenthalben bekannte Mallet-Bauart zum ersten Male ausgeführt. Die Lokomotive besitzt zwei Paare von je drei Triebachsen, die nach der Mallet-Bauart in verschiedenen Rahmen untergebracht und von zwei Verbunddampfmaschinen mit im ganzen vier Zylindern getrennt angetrieben werden.

Prüft man jedoch die Hauptabmessungen dieser beiden Riesenlokomotiven, namentlich die Heizfläche und Rostfläche, sowie die Dampfspannung im Kessel nach der Zusammenstellung Tafel LIV genauer, so sind Zweifel an der Zweckmäfsigkeit derartiger Ungetüme nicht von der Hand zu weisen.

In erster Linie dürfte selbst der ausdauerndste und gewandteste Heizer nicht imstande sein, eine Rostfläche von mehr

als 6 qm bei Verwendung von bituminöser Weichkohle auf längere Zeit gleichmäfsig zu beschicken. Die Folgen ungleichmäfsiger Verteilung des Heizstoffes über die Rostfläche sind unzulässiges Durchtreten kalter Luft in die Feuerbüchse, erhöhter Kohlenverbrauch, verminderte Dampfentwickelung, vorzeitiges Lecken der Nähte und Heizrohrbefestigungen in der hintern Rohrwand, vorzeitiges Reifsen der Stehbolzen. Die beiden letztgenannten Übelstände werden durch Kesselspannungen von 15,8 und 16,5 atm noch verschlimmert.

Erhöhter Kohlen- und Wasserverbrauch und häufiger Besuch der Lokomotiven in den Ausbesserungswerkstätten sind demnach kaum zu umgehen, und es fragt sich, ob nicht unter diesen Umständen Lokomotiven von kleineren, aber bewährten Abmessungen hinsichtlich der Betriebskosten gerechtfertigt erscheinen.

Die Gröfse der Kesselheizfläche wechselt aufserordentlich und schwankt sogar bei Lokomotiven gleicher Gattung nicht unerheblich, so bei der »Consolidation«-Form zwischen 255 qm und 363 qm. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dafs dementsprechend auch das Triebachsgewicht und der Triebraddurchmesser wechselt, sodafs das Verhältnis der Heizfläche zu dem Produkte aus Zugkraft und Triebraddurchmesser nur geringe Schwankungen zeigt.

Die kleineren Triebraddurchmesser der Güterzuglokomotiven gestatten einen gröfsern Kesseldurchmesser, als bei Personen- und Schnellzug-Lokomotiven. Der Kesseldurchmesser der Ausstellungslokomotiven beträgt im Mittel 1800 mm und bei vier Lokomotiven sogar mehr als 2000 mm. Trotzdem sind die Achsdrücke und zwar infolge der kleineren Durchmesser und der hierdurch erlaubten kleineren Achsstände der Triebachsen niedriger, als bei den Personen- und Schnellzug-Lokomotiven.

Welchen Wert die Amerikaner auf unter allen Umständen ausreichende Kesselheizfläche auch bei den Güterzuglokomotiven legen, beweist am sichersten die Tatsache, dafs die leistungsfähigeren Lokomotiven durchgehends eine Laufachse zur Unterstützung des Kessels besitzen, und dafs Güterzuglokomotiven mit mehr als vier Triebachsen nach Erfahrungen im Betriebe sogar mit zwei Laufachsen ausgerüstet werden.

Das Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche ist bei den amerikanischen Güterzuglokomotiven im Gegensatze zu unseren Regeln durchschnittlich günstiger, als bei den Personen- und Schnellzug-Lokomotiven. Nur Lokomotiven mit aufsergewöhnlich grofsen Heizflächen von mehr als 400 qm weisen für diese Verhältniszahl sehr hohe Werte auf und liefern damit den Beweis, dafs die Beschränkung der Gröfse der Rostfläche durch die Leistungsfähigkeit des Heizers dem noch immer vorhandenen Bedürfnisse nach Steigerung der Leistung der Lokomotiven ein Ziel setzt.

Da die hinterste Achse fast ausschliefslich eine Triebachse ist, so bedingt die breite Feuerbüchse entsprechend hohe Lage des Kessels.

Die Ausbildung des Aschkastens bildet bei breiten, weit über den Rahmen hinaustretenden Feuerbüchsen eine weitere Schwierigkeit. Die starke seitliche Einziehung und die vollständige Trennung des Aschkastens in zwei Hälften wegen des grofsen Durchmessers der unter der Feuerbüchse gelagerten Triebachse beeinträchtigen eine ausreichende und vor allem gleichmäfsige Luftzuführung unter die Rostfläche oft in erheblichem Mafse. Während man sich in den Vereinigten Staaten früher, ähnlich wie bei uns, mit beweglichen Klappen in der Stirn- und Rückwand des Aschkastens begnügte, suchte man bei dem Aufkommen der breiten Feuerbüchse der ungleichmäfsigen Luftzufuhr durch runde oder viereckige, mit Drahtgittern verkleidete Öffnungen in den Seitenwänden nachzuhelfen. Bei sehr breiten und grofsen Rostflächen reicht aber auch dieses Hülfsmittel nicht mehr aus, und man findet deshalb in solchen Fällen Luftspalte von 80 bis 100 mm Höhe zwischen Unterkante Bodenring und Oberkante Aschkasten auf die ganze Länge oder einen Teil der Feuerbüchsseitenwände angebracht. Gebildet werden diese Luftspalte in der Regel durch Flacheisen, welche zickzackförmig zwischen Bodenring und Aschkastenrand verlaufen (Textabb. 3). In einzelnen Fällen werden

Abb. 3.

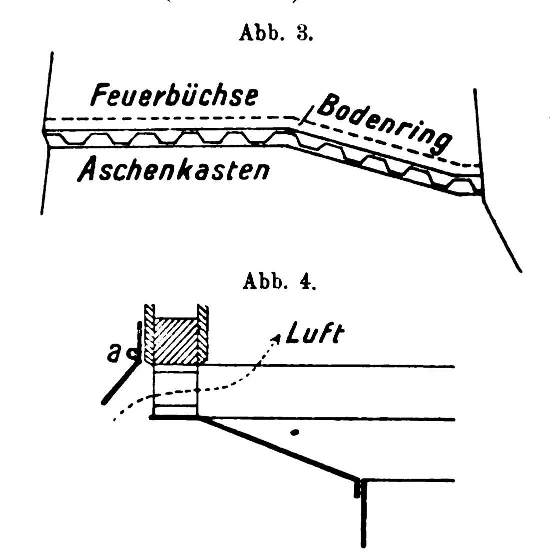


Abb. 4.

die Luftspalte mit aufsen liegenden Klappen (Textabb. 4) ausgerüstet, die zwecks Regelung der Luftzufuhr meist unmittelbar von Hand, vereinzelt durch Hebel vom Führerstande aus verstellt werden können, wie bei der 6/6 gekuppelten Mallet-Lokomotive der Baltimore und Ohio-Eisenbahn. Bei Verfeuerung kleinstückiger Anthrazitkohle genügt auch diese Art der Luftzuführung noch nicht, weshalb man in letzter Zeit zu Luftsaugedüsen geschritten ist, die die Luft mittels Dampf zwischen Bodenring und Aschkasten unter den Rost einführen.

Die Achsdrücke schwanken, von der Mallet-Lokomotive abgesehen, zwischen 19 und 22 t, sind also geringer, als bei den Personen- und Schnellzug-Lokomotiven. Der Durchmesser der Triebräder ist gröfser, als bei den preufsischen Güterzuglokomotiven, und bewegt sich zwischen 1425 mm und 1600 mm.

Wie schon eingangs erwähnt, ist der bei weitem gröfste Teil der Güterzuglokomotiven trotz der günstigen Vorbedingungen der amerikanischen Güterbeförderung für Verbunddampfmaschinen mit Zwillingsdampfverteilung ausgerüstet. Der Hauptgrund für diese Erscheinung ist darin zu suchen, dafs die hohen Zugkräfte der Güterzuglokomotiven bei Anwendung von Zweizylinderverbundwirkung für den Niederdruckzylinder Abmessungen erfordern, die die Umrifslinie überschreiten. So besitzt die einzige ausgestellte Zweizylinderverbund-Lokomotive

der Norfolk und West-Eisenbahn für eine gröfste Zugkraft von 18 t einen Niederdruckzylinderdurchmesser von 890 mm, der eine Abflachung der Zylinderbekleidung an der äufsersten Stelle bedingte, um in der Umrifslinie zu bleiben.

Die Anwendung der Verbundwirkung bei gröfseren Zugkräften bedingt demnach die Anordnung von vier Zylindern, beispielsweise bei der 5/7 gekuppelten Güterzuglokomotive der Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn und der 6/6 gekuppelten Mallet-Lokomotive der Baltimore und Ohio-Eisenbahn.

Mit Ausnahme der Anheuser-Busch-Verschiebelokomotive Nr. 20 und der 6/6 gekuppelten Mallet-Lokomotive Nr. 34 sind alle ausgestellten Güterzuglokomotiven am vordern Ende mit einem Bisselgestelle ausgerüstet.

Der grofse Achsstand der Güterzuglokomotiven mit mehr als drei Triebachsen bedingt Einstellbarkeit der Triebachsen, die in den Vereinigten Staaten ausschliefslich durch Fortlassen der Spurkränze an einer oder mehreren Triebachsen, durch seitlichen Spielraum dieser Achsen zwischen Achsnabe und Achslagerseitenflächen und durch entsprechend verringerten Zwischenraum der Stangenlagerschalen und Kurbelzapfen erreicht wird. Eine derartige Einstellbarkeit in Bogen ist nicht einwandsfrei, da sowohl die Rückstellkraft, als auch die für zwanglose Einstellung im Bogen erforderliche Drehbarkeit um die Achsmitte fehlt. Dieser Nachteil macht sich denn auch durchweg in einer erhöhten Abnutzung der Radreifen der vordersten Triebachse geltend.

Die gedrängte Aneinanderstellung der Triebachsen, die durch die schweren Triebwerksmassen bedingten grofsen Gegengewichte in den Triebachsen, die gedrängte Anordnung der Bremsteile, Tragfedern und Ausgleichhebel heben die oft gepriesenen Vorteile der Barrenrahmen hinsichtlich der bequemen Zugänglichkeit innerhalb des Rahmens liegender Teile, namentlich der Steuerung, vollständig auf.

B. a) 3/3 gekuppelte Güterzuglokomotiven.

Nr. 20. Verschiebelokomotive der Anheuser-Busch-Brauerei St. Louis, erbaut in den Brooks-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft in New-York. (Abb. 18, Taf. LVI.)

Diese Lokomotive vertrat als einzige die übliche Bauart der amerikanischen Verschiebelokomotive mit Schlepptender. Sie besitzt wie alle Lokomotiven dieser Gattung drei gekuppelte Achsen, die einen für amerikanische Verhältnisse kleinen Durchmesser von 1270 mm haben. Der Achsstand ist bei dieser Lokomotive noch kürzer als sonst üblich und zwar einmal mit Rücksicht auf die scharfen Bogen im Hofe der Anheuser-Busch-Brauerei, dann aber auch mit Rücksicht auf den beschränkten Raum, der am vordern Ende durch das Zylindersattelstück und am hintern durch die breite Feuerbüchse begrenzt wird. Daher hängen die beiden Enden der Lokomotive im Verhältnisse zum Achsstande unzulässig weit über, was namentlich vom hintern Ende gilt, welches von der Treibachsmitte bis zur Bufferbohle 3556 mm mifst, während der ganze Achsstand nur 3429 mm beträgt.

Die Lokomotive ist im übrigen aufserordentlich leistungsfähig und besitzt bei einem Triebachsgewichte von 22 t und einer Kesselheizfläche von 215 qm eine gröfste Zugkraft von annähernd 15 t.

Auffallend ist das aufserordentlich schwere Triebwerk, namentlich die mächtige Pleuelstange, die wegen des durch den Achsstand bedingten Antriebes der dritten Achse eine Länge von mehr als 3,5 m besitzt.

Bemerkenswert ist noch, dafs der Führer auf der linken Seite des Kessels steht, ein Ausnahmefall, der durch die Gleisanlage bedingt ist.

B. b) 3/4 gekuppelte Güterzug-Lokomotiven.

Nr. 21. Lokomotive Nr. 545 der Missouri, Kansas und Texas-Bahn, gebaut von den Baldwin Lokomotiv-Werken, Philadelphia. (Abb. 19, Tafel LVI.)

Die Lokomotive zeigt die vor etwa sechs Jahren in den Vereinigten Staaten noch allgemein übliche, heute auf den Hauptstrecken mehr und mehr verschwindende Güterzuglokomotive mit drei Triebachsen und vorderer, in einem Deichselgestelle gelagerter Laufachse. Die Einzelausführungen bieten nichts Besonderes.

Nr. 22. Lokomotive Nr. 309 der St. Louis, Südwest, Cotton Belt-Bahn, erbaut von den Rogers Lokomotiv-Werken in Paterson. (Abb. 20, Taf. LVI.)

Die Lokomotive hat kleinere Abmessungen als die vorhergehende und abweichend von jener eine schmale, nach unten stark eingezogene Feuerbüchse, welche zwischen den hintersten Triebrädern Platz gefunden hat. Abweichend von der sonst üblichen Bauart sind die äufsere Decke und die Rückwand der Feuerbüchse nicht abgeschrägt. Dadurch wird das Verhältnis der unmittelbaren zur mittelbaren Heizfläche mit 1 : 11,6 erheblich günstiger, als dies bei den amerikanischen Lokomotiven durchschnittlich der Fall zu sein pflegt.

Führer- und Heizerstand sind getrennt zu beiden Seiten der Feuerbüchse angeordnet. Da der Platz hinter dem Kessel auf der Lokomotive sehr beschränkt ist, so mufste die für die Befeuerung nötige Bühne auf dem Tender vorgesehen werden.

Nr. 23. Lokomotive der Kiuschiu-Eisenbahn, Japan, erbaut in den Schenectady-Werken der amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. (Abb. 21, Taf. LVI.)

Die Ausstellungs-Lokomotive ist eine der fünfzehn, welche diese Bahn-Gesellschaft der Lokomotiv-Gesellschaft in Bestellung gegeben hat. Sie zeichnete sich vor den übrigen Ausstellungs-Lokomotiven der Schenectady-Werke durch die sorgfältige Anordnung der Ausrüstungsteile, richtige Durchbildung der Maschinenteile, leichte Zugänglichkeit der innerhalb des Rahmens liegenden Steuerung und saubere Ausführung vorteilhaft aus.

Auch in den Verhältnissen der Hauptabmessungen nähert sich die Lokomotive durchaus den Regeln unseres Festlandes.

Die Lokomotive ist für 1067 mm Spur gebaut. Im Verhältnisse zu dem geringen Triebachsgewichte von nicht ganz

12 t sind die Zylinderinhalte grofs und im Verhältnisse zu diesen ist die Kesselheizfläche klein.

B. c) 4/5 gekuppelte Güterzug-Lokomotiven.

c. 1. *Zwillings-Lokomotiven.*

Nr. 24. Lokomotive Nr. 306 der Delaware, Lackawanna- und Western-Bahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken, Philadelphia. (Abb. 22, Taf. LVI.)

Diese Lokomotive ist unter allen Ausstellungs-Lokomotiven die einzige, die für die in den Vereinigten Staaten oft verwendete Anthrazit-Feuerung eingerichtet ist.

Dieser mehr oder weniger feinkörnige Heizstoff kann zwecks ausreichender Verbrennung nur in niedriger Schichtung verfeuert werden, bedingt somit, um die erforderliche stündliche Verbrennung bei nur geringem Luftzuge zu erzielen, eine sehr grofse Rostfläche, die bei den heutigen hohen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven in der Regel mehr als 8 qm beträgt. Da die Rostfläche anderseits aus Gründen der Beschickung nicht länger als 3 m sein kann, so ergibt sich für die Feuerbüchse derartiger Lokomotiven eine Breite von 2,5 bis 3 m.

Die Feuerbüchse nimmt also annähernd die Breite der Umgrenzungslinie ein, sodafs der Führerstand von der Feuerungsbühne vor die Feuerbüchse seitlich neben den Langkessel verlegt und die Bedienungsmannschaft getrennt wird.

Dieser nach Entwürfen von John Wootten, Obermaschinenmeister der Philadelphia und Reading-Bahn 1877 zum ersten Male ausgeführte Kessel hat im Laufe der Zeit vielfache Abänderungen erfahren und besitzt in seiner heutigen Ausführung von dem ersten Wootten-Kessel wenig mehr, als den Namen. Zunächst ist die Verbrennungskammer mit der Chamottewand und Wasserkammer hinter der Stiefelknechtplatte ganz gefallen, da sie zu unaufhörlichen Betriebstörungen Veranlassung gegeben haben. Sodann ging man von den ursprünglichen scharfen Krümmungen der Decken- und Seitenwände der Feuerbüchse schrittweise ab, da sich das Undichtwerden der Verbindungsnähte und das Brechen der Stehbolzen nicht eher auf das gewöhnliche Mafs zurückführen liefs, als bis man zu gleichförmigen und mäfsigen Krümmungen der Bleche übergegangen war.

Als ein guter Durchschnittswert für das Verhältnis zwischen Heizfläche und Rostfläche hat sich für grobkörnige Anthrazitkohle die Zahl 40 herausgestellt. Für kleinkörnigen Anthrazit liegt dieser Wert erheblich niedriger und beträgt bei der Ausstellungs-Lokomotive 29,2.

Der Bodenring der Feuerbüchse liegt nur wenig unter dem tiefsten Punkte der hintern Rohrwand, sodafs die Höhe der innern Feuerkiste namentlich im Verhältnisse zu ihrer Länge und Breite nur gering ist. Bedingt wird diese Einschränkung der unmittelbaren Heizfläche durch die Ausbildung des Aschkastens. Da dieser wegen der grofsen Breite der Rostfläche stark eingezogen werden mufs, so ist zwischen Bodenring und Rahmenoberkante der erforderliche Zwischenraum zu schaffen, um den schrägen Aschkastenseitenwänden eine solche Neigung zu geben, dafs die durch die Rostspalte durchfallenden Teile nach dem Aschfalltrichter hinabgleiten und nicht etwa durch Ablagerung auf den geneigten Flächen die Luftzufuhr beeinträchtigen. Der Aschkasten dient lediglich der Aufnahme von Asche und Schlacke während der Fahrt. Zum Entleeren dieser Rückstände sind die beiden durch die hinterste Triebachse von einander getrennten Trichterhälften im Boden mit wagerechten Schiebern versehen, die vom Heizerstande aus mittels Hebelübersetzung von Hand bewegt werden können.

Die Luft wird ausschliefslich zwischen Bodenring und Aschkasten längs der Seitenwände der Feuerbüchse zugeführt, und zwar beiderseits durch drei längliche Öffnungen, von denen die beiden äufseren durch eine Klappe von Hand verschliefsbar sind. Die mittlere Öffnung ist für verstärkte Luftzufuhr mittels Dampf eingerichtet und besteht zu diesem Zwecke aus drei nebeneinander gelagerten Düsen, den eigentlichen Luftdüsen, die von den Dampfdüsen umgeben sind und unter der saugenden Wirkung des Dampfes ähnlich einer Strahlpumpe die Luft unter die Rostfläche einführen. Die Stärke der Luftzufuhr kann durch die Regelung der Dampfzufuhr vom Heizerstande aus geändert werden.

Das Feuerloch besitzt längliche Form und wird durch eine zweiteilige Feuertür geschlossen, deren Flügel nach aufsen aufschlagen. Die Feuerungsbühne befindet sich auch hier auf dem Tender, damit ein weites Überhängen der Lokomotive über die hintere Achse vermieden werde. Um den Heizer vor den Unbilden der Witterung zu schützen, ist der vordere Teil des Tenders überdacht. Dieses Dach schiebt sich unter die kurze, am hintern Ende der Feuerbüchse angebrachte Bedachung und hat so viel Spielraum, dafs eine zwanglose Verschiebung der beiden Teile in Bogen gewährleistet wird.

Das eigentliche Führerhaus befindet sich vor der Feuerbüchse und ist für den Führer von der vordern Bufferbohle aus über eine Bühne zugänglich. Der Raum auf der rechten Seite des Langkessels ist für den dauernden Aufenthalt des Führers bestimmt und nimmt daher alle durch den Führer zu betätigenden Vorrichtungen auf, die übrigens recht unbequem und unübersichtlich angeordnet sind, während der Raum zur Linken des Langkessels für den vorübergehenden Aufenthalt des Heizers vorgesehen ist, von diesem aber während der Fahrt nur selten benutzt wird. Zur Verbindung des Führerhauses mit dem Heizerstande hinter der Feuerbüchse dient zu beiden Seiten der Feuerbüchse je eine Bühne, die etwa in halber Höhe der Feuerbüchse angebracht und gegen die beiden Stände durch je eine recht enge Fenstertür abgeschlossen ist. Zur Verständigung zwischen Führer und Heizer während der Fahrt dient ein Sprachrohr.

Nr. 25. Lokomotive Nr. 2726 der Süd-Pacific-Bahn, gebaut von den Baldwin Lokomotiv-Werken, Philadelphia. (Abb. 23, Taf. LVI.)

Die Lokomotive ist unter den ausgestellten eine der leistungsfähigsten, sowohl hinsichtlich des Reibungsgewichtes und der Dampfmaschine, als auch hinsichtlich der Kesselheizfläche. Bei mäfsig grofsem Achsstande und nicht übertriebener Länge der Heizrohre wird die grofse Heizfläche durch den stattlichen

Kesseldurchmesser von 2030 mm und die hierdurch ermöglichte Unterbringung von 413 Heizröhren erreicht.

Ein Nachteil des grofsen Kesseldurchmessers besteht in der mangelhaften Aussicht auf die Strecke vom Führerhause aus. Die Lokomotive ist mit einem Vanderbilt-Tender ausgerüstet.

Nr. 26. Lokomotive Nr. 729 der Norfolk und West-Bahn, gebaut von den Baldwin Lokomotiv-Werken, Philadelphia. (Abb. 24, Taf. LVI)

Die Lokomotive ist hinsichtlich ihres Gewichtes, des Reibungsgewichtes und der Kesselheizfläche die kleinste unter den ausgestellten 4/5 gekuppelten Güterzuglokomotiven. Die aus dem Zylinderinhalte und der Kesselspannung folgende Zugkraft dagegen entspricht den üblichen Werten, woraus sich ergibt, dafs die Anstrengung des Kessels erheblich gröfser ist, als bei den übrigen Ausstellungslokomotiven derselben Bauart.

Die unmittelbare Heizfläche ist trotz der geringern Breite verhältnismäfsig günstiger ausgefallen, als bei den vorher besprochenen und der Mehrzahl der folgenden Lokomotiven, und zwar durch die starke Überhöhung der Feuerbüchse, die senkrecht geführten Seitenwände und Rückwand und die weite Herabziehung des vordern Teiles der Rostfläche zwischen der dritten und vierten Triebachse. Die unmittelbare Heizfläche beträgt annähernd 7 % der ganzen, während die neueren amerikanischen Schnellzug- und Güterzug-Lokomotiven in der Regel ein erheblich ungünstigeres Verhältnis aufweisen.

Die Steuerung ist im Gegensatze zu den Ausführungen an den anderen Ausstellungslokomotiven dieser Gattung leicht. Erreicht wird dieser Vorteil dadurch, dafs die Schieberschubstange nicht wie sonst zwischen der ersten und zweiten, sondern schon zwischen der zweiten und dritten Triebachse, also unmittelbar hinter der Schwinge durch den üblichen Doppelhebel nach aufsen geführt wird. Dadurch entfällt das Herumführen des innen liegenden Teiles der Schubstange um die dritte, vereinzelt sogar um die zweite Triebachse, wodurch die Steuerung schwer wird. Die aufsen liegende Schubstange mit rundem Querschnitte ist lang, verhältnismäfsig schwach und greift an dem Schieber ohne Zwischengelenk unmittelbar an, so dafs sich die Stange bei jedem Hube um ein Geringes durchbiegen mufs. Undichte Schieberstopfbüchsen sind die Folge.

Die Bewegung wird von der Schwinge auf die lange Schubstange durch ein Parallelogramm und doppelarmigen Hebel übertragen, deren gedrängte Anordnung kurze Hebellängen und demzufolge erhebliches Spielen des Schwingensteines in senkrechter Richtung bedingt.

Trotz der vielen Gelenke und des grofsen toten Ganges ist die Steuerung, wie bei allen amerikanischen Lokomotiven, nicht nachstellbar.

Von den vier Triebachsen haben die beiden mittleren, also auch die eigentliche, dritte, Triebachse keine Spurkränze.

Die Feuerbüchse schneidet mit dem Zugkasten ab, so dafs die Feuerungsbühne auf den Tender verlegt werden mufste.

Nr. 27. Lokomotive Nr. 751 der Illinois Central-Bahn, gebaut von den Rogers Lokomotiv-Werken in Paterson, New-Yersey. (Abb. 25, Taf. LVII.)

Bei dieser Lokomotive ist ausnahmsweise der vorderste Kesselschufs kegelförmig ausgebildet. Die Rostfläche besitzt die stattliche Gröfse von 5 qm. Die Feuerbüchse ist hinten nicht abgeschrägt, daher die unmittelbare Heizfläche grofs. Die Feuerbüchse ist mit derselben Rauchminderung ausgerüstet, die auch die 2/5 gekuppelte Schnellzuglokomotive der Illinois Central-Bahn, Nr. 6, besitzt, mit dem Unterschiede, dafs die Güterzuglokomotive an der Rückwand der Feuerbüchse sechs, und aufserdem an der Vorderwand vier Dampfdüsen hat. Ob die Anbringung der vorderen Düsen zweckmäfsig ist, erscheint nach den Erfahrungen, die bei uns mit ähnlichen Einrichtungen gemacht sind, zweifelhaft.

Die für die Verbrennung erforderliche Luftmenge wird der Rostfläche aufser durch die vordere und hintere bewegliche Aschklappe noch durch seitliche, mit Drahtgeflecht bekleidete, rechteckige Ausschnitte in den beiden trichterförmigen Hälften des stark eingezogenen Aschkastens zugeführt.

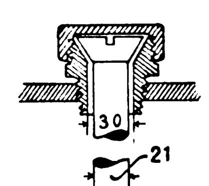
Bei dem grofsen Abstande der Triebachsen und der Ausbildung der dritten Achse als unmittelbaren Triebachse wird das Triebwerk namentlich wegen der langen Pleuelstange unverhältnismäfsig schwer.

Zwecks Bogenbeweglichkeit sind die Räder der dritten Triebachse ohne Spurkänze ausgeführt und die Lager aller Stangen haben auf den Zapfen seitlichen Spielraum.

Nr. 28. Lokomotive »Governor Francis«*) der Baltimore und Ohio-Bahn, gebaut von den Rogers Lokomotiv-Werken in Paterson, New-Yersey. (Abb. 26, Taf. LVII.)

Der Kessel ist mit Belpaire-Feuerbüchse ausgerüstet, dessen Bleche nicht überlappt, sondern stumpf gestofsen und durch doppelte Laschennietung mit einander verbunden sind. Die beiden vorderen Reihen der Deckenanker, sowie die vorderste und oberste Reihe der seitlichen Stehbolzen, welche bei der Verschiebung der Feuerbüchsbleche durch die Wärme am meisten der Biegung ausgesetzt sind, sind nach Textabb. 5 ausgeführt. Diese Anordnung bezweckt, dem Stehbolzen eine gröfsere Länge zu geben, als der Entfernung der beiden zu verankernden Bleche entspricht, und damit die Biegungs- und Scher-Spannung zu verringern, ferner durch die kugelförmige Gestaltung des Kopfes und den Spielraum zwischen Schaft und Metallstutzen dem Stehbolzen eine gewisse seitliche Drehbarkeit zu gewähren, und endlich die Stehbolzen durch die eigenartige Befestigung und Dichtung im Feuerbüchsmantelbleche vor Beschädigungen bei der sonst üblichen Verstemmung der Stehbolzenköpfe durch Stauchen zu schützen.

Abb. 5.



*) Benannt zu Ehren des Präsidenten Francis von der Louisiana Purchase Exhibition, frühern Gouverneurs des Staates Missouri, dessen Hauptstadt St. Louis ist.

Die an erster und dritter Stelle genannten Vorteile sind zweifellos vorhanden; dagegen wird die seitliche Beweglichkeit dieses Stehbolzens im Betriebe schon nach kurzer Zeit vollständig dadurch aufgehoben, dafs sich in dem Spielraume zwischen Stehbolzenschaft und Metallstutzen Kesselstein ablagert.

Alle Stehbolzen sind, wie auch bei uns allgemein üblich, beiderseits angebohrt. Brüche lassen sich jedoch im Betriebe durch diese Einrichtung nicht erkennen, da die ganze Feuerbüchse über der umlaufenden Bühne zwecks Verminderung der Abkühlung mit Magnesiaplatten und gebeiztem Stahlbleche abgedeckt ist. Stehbolzenbrüche müssen daher im Lokomotivschuppen oder in der Werkstatt besonders festgestellt werden.

Der Langkessel besteht aus zwei Schüssen, von denen der vordere kegelförmig gestaltet ist. Bemerkenswert ist die Verankerung der vorderen und hinteren Rohrwand aufser durch die Heizröhren noch durch vier besondere Längsanker von 50,8 mm Durchmesser, die zwischen den Heizröhren angeordnet sind.

Der Schüttelrost hat am vordern und hintern Ende Klapproste zum Abziehen der Schlacke.

Der aus schweifseisernen Barren zusammengeschweifste Rahmen zeigt von der gewöhnlichen Ausführung abweichende Bauart. Die Formgebung ist zweifellos gut, da Kröpfungen des obern Barrenstückes, namentlich hinter dem Zylindersattelstücke und vor der Feuerkiste, die so häufig Veranlassung zu Brüchen geben, nach Möglichkeit vermieden sind. Das zur Aufnahme des Sattelstückes dienende vordere Ende des Rahmens ist nicht, wie sonst üblich, als einfaches Barrenstück oder gabelförmig, sondern als Plattenrahmen durchgebildet, um den an dieser Stelle am zahlreichsten auftretenden Brüchen wirksam zu begegnen. Die seitliche Stärke des Rahmens ist entsprechend verringert. Die absetzenden Flächen dienen zur genauen Einstellung der Zylinder mittels doppelter Keile.

Die Brüche der Rahmen hinter den Sattelstücken sind in der Mehrzahl Folge von Wasserschlägen in den Zylindern, wofür in erster Linie die Tatsache spricht, dafs sich die Brüche an dieser Stelle seit der Einführung der Rundschieber vermehrt haben. Nicht selten wird aber auch als Grund für diese Brüche die ungünstige Beanspruchung durch das Biegungsmoment angegeben, welches die Trägheit des vorwärtsstrebenden Kessels beim plötzlichen Ansetzen der Bremsen durch das Sattelstück hindurch auf den Rahmen ausübt. Zur Klarstellung dieser Annahme müfsten genaue Aufzeichnungen über die Gestalt und Lage der hier in Frage kommenden Rahmenbrüche gemacht werden.

Das Sattelstück hat wegen der Durchführung des Rahmens als Plattenrahmen eine Abänderung von der üblichen Bauart dadurch erfahren, dafs es nicht aus zwei in der Mitte getrennten Hälften besteht, deren jede mit dem entsprechenden Zylinder ein gemeinsames Gufsstück bildet. Der Sattel selbst ist vielmehr aus nur einem Stücke hergestellt und dient wie bisher zur Querversteifung des Rahmens und zur Verbindung des Rahmens an dieser Stelle mit dem Kessel, während die beiden Zylinder nebst den Gehäusen für die Flachschieber als getrennte Gufsstücke sich von aufsen gegen den Plattenrahmen legen. In diesem Falle sind also drei getrennte Gufsstücke vorhanden. Die ganze Anordnung ist für den Zusammenbau erheblich vorteilhafter, als die ältere, und die Gufsstücke werden einfacher.

Zur Leitung des Frischdampfes nach den Schieberkasten werden allerdings besonders angebaute Knierohre erforderlich.

Die Räder der dritten Triebachse sind ohne Spurkranz ausgeführt. Zwecks Bogenbeweglichkeit haben alle Stangenlager auf ihren Zapfen seitliches Spiel.

Nr. 29. Lokomotive Nr. 1615 der Erie-Bahn, gebaut in den Schenectady-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft, New-York. (Abb. 27, Taf. LVII.)

Diese und die folgende in denselben Werken gebaute Lokomotive zeigen grofse Ähnlichkeit in der Bauart und Anordnung des Kessels, des Rahmens und der Dampfmaschine nebst Triebwerk, sowie in der Wahl der Hauptabmessungen. Beide Lokomotiven sind mit Rücksicht auf ihr Reibungsgewicht, ihre Dampfmaschine und Kesselheizfläche ganz aufsergewöhnlich leistungsfähige Lokomotiven ihrer Gattung. Der grofse Triebraddurchmesser beider ist lediglich mit Rücksicht auf die grofsen Zylinderabmessungen gewählt. Das Verhältnis zwischen Triebraddurchmesser und Kolbenhub und damit die Umsetzung zwischen Zugkraft und Geschwindigkeit von der Kurbel auf den Triebradumfang hat denselben Wert, wie bei den übrigen Güterzuglokomotiven, so dafs die Fahrgeschwindigkeit trotz des gröfsern Raddurchmessers dieselbe ist, wie gewöhnlich.

Der Langkessel besteht aus zylindrischen Schüssen. Die grofse mittelbare Heizfläche wird nicht so sehr durch einen aufsergewöhnlichen Kesseldurchmesser, als durch grofse Länge der Heizröhren erreicht. Trotz der beträchtlichen Rostfläche von 5,1 qm und der nur geringen Neigung der Feuerbüchswände ist die unmittelbare Heizfläche im Verhältnisse zur mittelbaren klein; die Heizfläche der Feuerbüchse beträgt nur 5,1 % der ganzen.

Bei der grofsen Breite der Rostfläche von 1,906 m mufste der Aschkasten stark eingezogen werden, so dafs man zwecks gleichmäfsiger Luftzufuhr unter die Rostfläche gezwungen war, aufser der vordern und hintern Aschklappe auf die ganze Länge der Feuerbüchse noch schmale Luftspalte seitlich zwischen Bodenring und Aschkasten anzubringen.

Der Rahmen ist aus Stahlformgufs hergestellt und zwecks Einbringens des Sattelstückes hinter diesem zweiteilig.

Wegen des grofsen Triebraddurchmessers und des beträchtlichen Achsstandes der Lokomotive sind Triebwerk und Steuerung aufserordentlich schwer, da die Dampfmaschine in der üblichen Weise auf die dritte Triebachse arbeitet, um der Schubstange die gewünschte Länge zu geben.

Die Steuerung hat zwischen der Mitte von Exzenterkopf und Zylinder gemessen eine Baulänge von nicht weniger als 4,5 m, wovon allein 3,4 m auf die aufsen liegende Schubstange entfallen. Von dem Gewichte des Triebwerkes erhält man ein ungefähres Bild, wenn man bedenkt, dafs die Gegengewichte in den Triebachsen mehr als 90 mm aus der Radfläche herausge-

baut werden mufsten, um sie in den Rädern überhaupt unterzubringen.

Als Notkuppelung zwischen Lokomotive und Tender dienen zwei Ketten.

Nr. 30. Lokomotive Nr. 2499 der New-York Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn, erbaut in den Schenectady-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft in New-York. (Abb. 28, Taf. LVII.)

Die Lokomotive ist nach Reibungsgewicht, Dampfmaschine und Kessel noch etwas gröfser, als Nr. 29, auch die Triebräder haben einen um ein geringes gröfsern Durchmesser. Diese Lokomotive war somit unter den ausgestellten »Consolidation«-Lokomotiven in jeder Hinsicht am leistungsfähigsten.

Der Kesseldurchmesser von 2073 mm gestattet das Unterbringen von 458 Heizröhren entsprechend einer Heizfläche von 346 qm. Bei einer Rostfläche von 5,1 qm und ähnlicher Gestaltung der Feuerbüchse wie bei der vorhergehenden Lokomotive ist die unmittelbare Heizfläche auch nur wenig gröfser als dort, so dafs die unmittelbare Heizfläche bei dieser Lokomotive nur noch 4,68 % der ganzen beträgt. Dagegen ist das Verhältnis der gröfsten Zugkraft, errechnet aus dem Zylinderinhalte und der Kesselspannung, zur Kesselheizfläche günstiger als bei der andern Lokomotive und ebenso das Verhältnis aus dem Produkte der gröfsten Zugkraft und dem Triebraddurchmesser zur Kesselheizfläche. Berücksichtigt man ferner, dafs die Gröfse der Kesselheizfläche im allgemeinen ein Mafs für die Leistungsfähigkeit der Lokomotive bildet, und dafs der Entwurf einer Lokomotive um so vorteilhafter ist, je mehr von dem Lokomotivgewichte auf den Kessel entfällt, je gröfser also der Wert des Verhältnisses Kesselheizfläche: Gewicht ist, so steht die Lokomotive Nr. 30 auch in dieser Hinsicht am günstigsten unter den ausgestellten Güterzuglokomotiven da.

Die Feuerbüchse ist mit einem Feuerschirme aus feuerfesten Steinen ausgerüstet, der von vier die Feuerkiste von der Rückwand nach der hintern Rohrwand durchziehenden Wasserröhren getragen wird. Die Beschickung erfolgt durch zwei kreisrunde Feuertüren. Die Luftzufuhr unter die breite Rostfläche erfolgt durch Öffnungen in allen vier Wänden des stark eingezogenen Aschkastens.

Der Rahmen besteht aus Stahlformgufs und ist zweiteilig. Die Übertragung der Belastung auf die vordern, in einem Bisselgestelle drehbare Laufachse erfolgt durch ein besonderes Stahlgufsstück, welches seitlich mit den vorderen Rahmenenden und nach hinten am Sattelstücke befestigt ist. Zwecks ausreichender Steifigkeit ist das Gufsstück noch durch die beiden üblichen Streben gegen die Rauchkammer abgestützt. Aufserdem dient es zur Befestigung der vordern Bufferbohle.

Die Zylinder sind mit Kolbenschiebern ausgerüstet. Das Triebwerk ist schwer und erfordert wegen der gewaltigen Massen grofse Gegengewichte in den Triebrädern. Die Anordnung der Steuerung ist insofern nicht einwandfrei, als der innen liegende Teil der Schieberantriebstange zwecks Vermeidung einer schweren Umführung um die zweite Triebachse in schräger Richtung über sie hinweg nach dem Doppelhebel geführt ist, der die Bewegung auf die aufsen liegende Schubstange überträgt (Abb. 28, Taf. LVII). Die Dampfverteilung wird daher in erheblichem Mafse vom Federspiele beeinflufst.

Alle Triebachsen sind trotz ihres grofsen Achsstandes mit Spurkränzen versehen. Eine gewisse Bogenbeweglichkeit wird lediglich durch seitlichen Spielraum der Triebachsen in den Lagern und der Stangenlager auf den Zapfen erreicht.

Nr. 31. Lokomotive Nr. 525 der Chesapeake und Ohio-Bahn, gebaut von den Richmond-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft in New-York. (Abb. 29, Taf. LVII.)

Die Lokomotive gleicht in Bauart und Leistung der Nr. 28, nur ist die Heizfläche bei gleicher Dampfmaschinenleistung gröfser und wird daher auch etwas günstiger beansprucht.

Die Rauchkammer hat keine Lenkplatte, dafür einen maschenförmigen Funkenfänger mit grofser Oberfläche, der eine etwas längere Rauchkammer beansprucht, als sonst in den Vereinigten Staaten neuerdings üblich ist.

Die Rauchkammertür ist aufsergewöhnlich klein; ihre Öffnung wird in der in Amerika allgemein üblichen Weise durch acht kleine, sich auf zweimittigen Unterlagscheiben bewegende Vorreiber bewirkt. Die Dichtung ist erheblich besser, als bei unserm Rauchkammertürverschlusse. Ihre Umständlichkeit fällt nicht ins Gewicht, da die Reinigung der Heizröhren ausnahmslos von der Feuerbüchse aus durch Prefsluft erfolgt und die Reinigung der Rauchkammer von Lösche durchgehends mittels Stocheisens durch eine auf der Seite der Rauchkammer befindliche kreisrunde Öffnung von 230 mm Durchmesser stattfindet, die klein genug ist, um sie dauernd dicht halten zu können.

Die Anordnung der Zylinder nebst Kolbenschieber, sowie der gröfstenteils innen liegenden Steuerung mit schräger Schubstange gleicht derjenigen der Lokomotive Nr. 30.

c) 2. Zweizylinder-Verbund-Lokomotiven.

Nr. 32. Lokomotive Nr. 729 der Norfolk und West-Bahn, gebaut von den Baldwin Lokomotiv-Werken in Philadelphia, Pa. (Abb. 30, Taf. LVII.)

Diese Lokomotive hatte nicht allein unter den Güterzuglokomotiven, sondern unter den Ausstellungslokomotiven überhaupt die einzige Zweizylinder-Verbundmaschine.

Im Verhältnisse zu der leistungsfähigen Dampfmaschine ist die Kesselheizfläche nur mäfsig grofs, wohl weil die Dampfausnutzung bei Anwendung von Verbundwirkung eine erheblich günstigere ist. Um trotz des beträchtlichen Gewichtes des Sattelstückes mit den schweren Zylindern die Verteilung der Belastung auf die Achsen möglichst gleichmäfsig zu gestalten, ist der Langkessel in seiner vordern Hälfte aufsergewöhnlich stark eingezogen.

Die Folge davon ist eine geringere Höhenlage der Kessellängsachse über Schienenoberkante, als man sonst allgemein bei den amerikanischen Lokomotiven findet.

Die Tieflage des Kessels hat ihrerseits wieder ein Herabziehen der Feuerbüchse zwischen den Rädern der hintersten Triebachse zur Folge, um ein annehmbares Verhältnis zwischen

der unmittelbaren und mittelbaren Heizfläche zu erzielen. Die Heizfläche der Feuerbüchse beträgt bei dieser Lokomotive 7 % der ganzen, ist also unter allen Güterzug-Lokomotiven am günstigsten.

Die Feuerbüchse ist aus den genannten Gründen schmal, sie mufste deshalb die beträchtliche Länge von 3070 mm erhalten, um eine für die Heizfläche einigermafsen brauchbare Rostfläche zu erzielen. Trotzdem ist das Verhältnis zwischen Heizfläche und Rostfläche ungünstig, und zwar am ungünstigsten unter allen 4/5 gekuppelten Güterzuglokomotiven.

Der Aschkasten ist gut ausgebildet, besondere seitliche Lufteinströmungsöffnungen waren nicht erforderlich.

Der Rahmen besteht aus Stahlgufs und ist mit Rücksicht auf die grofsen Abmessungen, die das Sattelstück wegen des gewaltigen Durchmessers des Niederdruckzylinders erhält, im vordern Teile aus drei Barrenstücken hergestellt. Das obere und das untere Barrenstück liegen in einer senkrechten Ebene, während das mittlere für die Bohrung des Niederdruckzylinders nach innen gerückt werden mufste. Das untere Barrenstück reicht bis zur Stirnwand, das mittlere bis zur hintern Wand des Sattelstückes und dient lediglich zur Versteifung zwischen Bufferbohle und Sattelstück beziehungsweise Hauptrahmen. Die gewählte Ausführung hat mit Rücksicht auf das schwere Sattelstück den Vorteil grofser Steifigkeit im Gegensatze zu der früher allgemein üblichen Ausführung eines einteiligen Barrenstückes für das vordere Rahmenende.

Das Sattelstück nebst Zylindern und Schiebergehäusen bietet nichts Neues. Erwähnenswert ist nur, dafs trotz der Lage der Zylinderachsen 76,2 mm über dem Mittelpunkte der Triebachse von dem Schräglegen der Zylinder Abstand genommen ist.

Um die beiden Zylinder in ihrer Dampfwirkung je nach Bedürfnis neben oder hinter einander schalten zu können, ist in das Hochdruckzylinder-Gufsstück ein Wechselventil und ein besonderes Druckverminderungsventil eingebaut.

Das Wechselventil besteht aus einem Doppelkolben, dessen Bewegung in einer Richtung durch eine Schraubenfeder, in der andern durch Dampfdruck erfolgt. Die Wirkung des Wechselventiles besteht darin, je nach Belieben des Führers den Abdampf des Hochdruckzylinders entweder bei Zwillingswirkung in die freie Luft entweichen, oder bei Verbundwirkung in den Aufnehmer übertreten zu lassen.

Das Druckverminderungsventil wird in derselben Weise, wie das Wechselventil in einer Richtung durch eine Schraubenfeder, in der andern durch Dampfdruck bewegt. Dieses Ventil dient dazu, in der Grundstellung Frischdampf von verminderter Spannung in den Aufnehmer einzuführen, während es sich bei Verbundwirkung selbsttätig schliefst.

Der für die Einstellung des Wechselventiles und des Druckverminderungsventiles für Zwillingswirkung erforderliche Dampf wird durch ein besonderes Dampfrohr von einem Hülfsventile im Führerhause geregelt.

Die Dampfzylinder sind mit entlasteten Flachschiebern ausgerüstet. Die Antriebstangen für die Schieber liegen gröfstenteils aufserhalb des Rahmens und haben beträchtliche Länge. Die Bewegungsübertragung von der Schwinge auf die Schubstange erfolgt durch eine gedrängte Hebelübertragung deren ungünstiger Einflufs auf die Dampfverteilung schon früher besprochen ist.

Zwecks Erzielung der Bogenbeweglichkeit haben die beiden mittleren Triebachsen keine Radflantsche.

Die beträchtliche Länge der Feuerbüchse erfordert die Anordnung des Führer- und Heizerstandes zu beiden Seiten des Kessels und die Verlegung der Feuerungsbühne auf den Tender wegen Raummangels im Führerhause.

B. d) 5/7 gekuppelte Güterzuglokomotiven.

Nr. 33. Lokomotive Nr. 984 der Atchison, Topeka und Santa Fé-Bahn, gebaut von den Baldwin Lokomotiv-Werken in Philadelphia, Pa. (Abb. 31, Taf. LVII.)

Diese Lokomotive ist, wie schon eingangs erwähnt, vornehmlich für Schiebezwecke auf den steilen Gebirgstrecken dieser Bahn in den Staaten Texas und Arizona gebaut und eine der achtzig, welche die Gesellschaft vor zwei Jahren bei den Baldwin Lokomotivwerken in Bestellung gegeben hatte, nachdem die 5/6 gekuppelten Güterzuglokomotiven gleicher Bauart und Dampfmaschinenleistung im Betriebe ergeben hatten, dafs der Kessel für die geforderte Leistung zu klein war.

Die Abmessungen dieser Lokomotive sind ganz riesenhafte, wie sich aus der Zahl der Triebachsen und ihrem Reibungsgewichte, der Gröfse der vier Dampfzylinder, der Dampfspannung und der Kesselheizfläche ohne weiteres ergibt.

Der Kessel ist mit Rücksicht auf die hohe Spannung von 15,8 at aufserordentlich kräftig gebaut und in allen Teilen auf das sorgfältigste verankert. So ist aufser den üblichen Verankerungen die Feuertürwand des Feuerbüchsmantels gegen die beiden Seitenwände der Feuerkiste noch durch besondere Längsanker abgesteift.

Die ungewöhnliche Gröfse der Kesselheizfläche ergibt sich nicht allein aus dem grofsen Durchmesser des Kessels und der dadurch ermöglichten Unterbringung von 391 Heizröhren, sondern insbesondere auch durch die stattliche Länge der Heizröhren von 6100 mm, die ihrerseits wieder einen äufsern Durchmesser von 57,2 mm bedingte, um den Widerstand der durchströmenden Gase nicht zu sehr zu erhöhen. Trotz der grofsen Rostfläche, die hinsichtlich einer gleichmäfsigen Beschickung aufsergewöhnliche Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Heizers stellt, ist die Heizfläche der Feuerbüchse mit 4,37 % der ganzen Heizfläche gegen die mittelbare recht klein.

Zur Beschickung der Feuerbüchse sind zwei länglich runde Feuertüren vorgesehen. Die Luftzuführung unter die Rostfläche erfolgt aufser durch die vordere und hintere, vom Führerstande aus bewegliche Aschklappe noch durch seitliche Klappen zwischen Bodenring und Aschkasten in der mehrfach besprochenen Weise.

Der aus Stahlgufs gefertigte Rahmen ist dreiteilig. Der vorderste Teil dient zur Befestigung der Bufferbohle, der Niederdruckzylinder und der Sattelstücke, und ist namentlich mit Rücksicht auf die starke Beanspruchung durch die Dampfmaschinen als Plattenrahmen ausgeführt. Nur das hintere Ende ist zum bequemen Anbau des Hauptrahmens gabelförmig

ausgezogen. Der Hauptrahmen dient zur Aufnahme der fünf Triebachsen und ist in der üblichen Weise als Barrenrahmen durchgebildet. Der dritte Teil dient zur Aufnahme der hintern beweglichen Achse und ist seitwärts gegen den Hauptrahmen verschraubt.

Die Anordnung der Dampfzylinder ergibt sich auf Grund folgender einfacher Erwägungen. Die geforderte Zugkraft bedingte bei Anwendung von Verbundwirkung die Ausführung von vier Zylindern. Die Anordnung innen liegender Hochdruckzylinder war wegen ihres beträchtlichen Durchmessers ausgeschlossen, verbot sich aber auch schon durch den mangelnden Raum für die Unterbringung des Triebwerkes. Somit blieben bei Anordnung aller vier Zylinder aufserhalb des Rahmens nur zwei Möglichkeiten übrig: entweder Hoch- und Niederdruckzylinder einer Seite nach der alten Vauclainschen Bauart übereinander, oder in Tandemwirkung hintereinander anzuordnen. Die erstere Anordnung hätte bei dem grofsen Durchmesser der Zylinder eine Schräglage der Zylinderachsen bedingt, die noch erheblich gröfser gewesen wäre als jetzt schon der Fall ist.

Somit verblieb nur die auch zur Ausführung gelangte Tandemanordnung zusammengehörender Hoch- und Niederdruckzylinder einer Seite. Diese Zylinderanordnung hat mit der alten Vauclain'schen Bauart den Vorteil gemein, dafs alle Teile der Dampfmaschine, von den Exzenterstangen und Schwingen abgesehen, aufserhalb des Rahmens liegen, der Beobachtung während des Ganges und der Wartung bequem zugänglich, und dafs für die vier Zylinder nur zwei Steuerungen und Triebwerke erforderlich sind.

Vor der Vauclain'schen Bauart hat diese Ausführung noch den weiteren Vorzug, dafs die stark wechselnden Biegungsmomente im Kreuzkopfe fortfallen.

Dagegen besitzt sie die Nachteile gröfserer Baulänge, der schwierigen Zugänglichkeit des Dampfkolbens des hintern Zylinders, die in vielen Fällen vorheriges Abbauen des vordern Zylinders erforderlich macht, und der Anwendung zweier getrennter Schieber, wodurch die zu bewegenden Massen schwerer werden und der Eigenwiderstand der Dampfmaschine wächst. Ein weiterer Übelstand in der Ausführung unmittelbar ohne Zwischenraum gegen einander gebauter Zylinder liegt darin, dafs sich die in der Trennungswand für die Durchführung der Kolbenstange erforderliche Metallstopfbüchse der Überwachung vollständig entzieht, dafs im Falle des Undichtwerdens der Frischdampf des Hochdruckzylinders durch die Stopfbüchse in den Niederdruckzylinder und von da in das Ausströmungsrohr treten kann, und dafs beim Nachsehen und Auswechseln der Stopfbüchse der vorn liegende Zylinder erst abgebaut werden mufs.

In dieser Hinsicht war die von den Baldwin Lokomotiv-Werken bei früheren Lokomotiven gewählte Anordnung vollständig getrennt ausgeführter Zylinder mit vier Stopfbuchsen zwar vorteilhafter, aber eine Anordnung, die wegen ihrer grofsen Baulänge bei späteren Ausführungen verlassen wurde.

Im übrigen hat die Tandem-Verbundanordnung alle Nachteile der Vierzylinderbauart mit über einander liegenden Zylindern und mit an gemeinsamem Kreuzkopfe angreifenden Kolbenstangen: schwere Triebwerksmassen, die bei der erforderlichen Versetzung der Kurbeln um 90° grofse Schlingermomente und wegen der Gleichwirkung der Kolbenkräfte bedeutende Achslagerdrücke und demgemäfs hohen Eigenwiderstand zur Folge haben.

Für die Anordnung des Hochdruckzylinders vor dem Niederdruckzylinder war aufser der Gewichtsverteilung auf die vordere Laufachse und die erste Triebachse der Umstand mafsgebend, dafs bei der unter bestimmten Umständen erforderlichen Freilegung des hintern Zylinders die Entfernung des Hochdruckzylinders wegen seines geringern Gewichtes weniger Mühe verursacht, als die des Niederdruckzylinders.

Zur Erleichterung des Abbauens der Dampfzylinder, Schiebergehäuse und ihrer Einzelteile ist an der Rauchkammer ein drehbarer Auslegerkran nebst Laufkatze angebracht, der namentlich aufserhalb des Schuppens oder der Werkstatt von grofsem Werte für das schnelle Abbauen der unhandlichen Gegenstände ist.

Der Hochdruckschieber hat innere Einströmung und äufsere Ausströmung. Da für jede Zylinderseite ein besonderer Einströmkanal vorgesehen ist, so besteht der Hochdruckschieber aus zwei getrennten Schiebern, von denen jeder eine Kolbenseite des Hochdruckzylinders steuert. Der Niederdruckschieber hat äufsere Einströmung und innere Ausströmung.

Als Anfahrvorrichtung dient ein kurzes Verbindungsrohr zwischen den beiden Dampfkanälen des Hochdruckschiebers, in welches das Anfahrventil eingebaut ist. Beim Öffnen strömt Frischdampf von einer Seite des Hochdruckkolbens nach der andern, und von da unmittelbar nach dem Niederdruckzylinder, so dafs der Überdruck auf die eine Seite des Hochdruckkolbens, je nach dem Grade der Abdrosselung des Dampfes im Anfahrventile teilweise bis ganz aufgehoben wird. Bei der gewählten Zylinderanordnung ist diese Anfahrvorrichtung im Gegensatze zu der ältern Vauclainschen Anordnung ohne nachteiligen Einflufs auf das Triebwerk.

Der eigenartigen Anordnung der Zylinder entsprechend unterscheidet sich auch die Durchbildung des Sattelstückes und der Zylinder nebst Schiebergehäusen nicht unwesentlich von der in den Vereinigten Staaten sonst üblichen Ausführung. Zunächst ist mit Rücksicht darauf, dafs der vordere Teil des Rahmens zwecks genügender Festigkeit gegen Wasserschläge in den Zylindern als Plattenrahmen ausgebildet ist, das eigentliche Sattelstück, welches als Verbindungsglied zwischen Kessel und Rahmen dient, von den Zylindern vollständig getrennt, und damit statt der sonst üblichen Zweiteilung des grofsen Gufsstückes eine Dreiteilung durchgeführt. Das eigentliche Sattelstück befindet sich zwischen den beiden Plattenrahmen, gegen welche die Zylindergufsstücke von aufsen gegengeschraubt sind.

Jeder Zylinder besteht ferner mit seinem Schiebergehäuse aus einem besondern Gufsstücke, so zwar, dafs die beiden Niederdruckzylinder unmittelbar mittels einer besondern Arbeitsfläche gegen den Rahmen befestigt sind, während die Hochdruckzylinder ohne Befestigung an dem Rahmen nur mit den Niederdruckzylindern durch kräftige Schraubenbolzen verbunden sind. Die Ausrichtung des Hochdruckzylinders gegen den

Niederdruckzylinder mittels eines besondern Zwischendeckels ist bei dem jeweiligen Zusammenbaue durchaus nicht einfach und erfordert besondere Einrichtungen, auf deren Beschreibung hier nicht näher eingegangen werden kann.

Ebenso ist die Dichtung der Kolbenstange an der Durchtrittstelle durch den Zwischendeckel ziemlich schwierig, da sie die doppelte Aufgabe erfüllen mufs, Übertreten des Dampfes von einem Zylinder zum andern zu verhindern, und der Kolbenstange zwangloses Einstellen zu ermöglichen, um frühzeitiges Abnutzen und Undichtwerden zu vermeiden.

Das Inhaltsverhältnis der Zylinder beträgt 1 : 2,84. Demgemäfs konnten auch beide Zylinder gleiche Füllung erhalten. Die regelmäfsige Füllung beträgt 50 % des Kolbenhubes.

Der Schieberantrieb erfolgt von der dritten Triebachse aus durch Stephenson-Steuerung mit offenen Exzenterstangen. Das Triebwerk ist wegen der Tandem-Verbundanordnung der Dampfzylinder sehr schwer, namentlich der Kreuzkopf, die Kreuzkopfgeradführung und die Schubstange haben ganz gewaltige Abmessungen erhalten. Auch die Gegengewichte, namentlich in den beiden Triebrädern, sind aufsergewöhnlich schwer.

Von den fünf Triebachsen ist nur die mittlere ohne Spurkränze ausgeführt. Zwecks Bogenbeweglichkeit haben alle Stangenlager auf ihren Zapfen das nötige seitliche Spiel.

Die vordere und die hintere Laufachse sind in dem bekannten Deichselgestelle gelagert.

Das Führerhaus ist geräumig, die Aussicht auf die Strecke dagegen ziemlich beschränkt.

Der grofse Wasservorrat des Tenders von 32,2 cbm wird durch die sehr wasserarmen Strecken der Atchison, Topeka und Santa Fé-Bahn bedingt. Beachtenswert ist ferner die besondere Kühlvorrichtung für die Achsbüchsen beim Eintreten von Heifsläufern, welche bezweckt, aus dem Wasserbehälter des Tenders mittels je eines aufsen am Rahmen über der Drehgestellmitte angebrachten Dreiweghahnes und zweier Gummischläuche Wasser in die Lagergehäuse der Achsen zu leiten. Diese Anordnung ist bei der Mehrzahl der Lokomotiven dieser Bahn wegen ihrer heifsen Wüstenstrecken zur Ausführung gebracht.

B. e) 6/6 gekuppelte Güterzuglokomotiven.

Nr. 34. Lokomotive Nr. 2400 der Baltimore und Ohio-Bahn, gebaut in den Schenectady-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft, New-York. (Abb. 32, Taf. LVII.)

Diese von den Amerikanern mit einem gewissen Stolze als die schwerste und leistungsfähigste Lokomotive nicht allein der Vereinigten Staaten, sondern der ganzen Welt bezeichnete Ausstellungs-Lokomotive ist nach der, namentlich in Deutschland, Frankreich, Österreich-Ungarn und der Schweiz seit einigen Jahren, in den Vereinigten Staaten zum ersten Male zur Anwendung gelangten Mallet-Rimrott-Bauart ausgeführt, die bei der Beförderung schwerer Zuglasten auf starken Steigungen mit scharfen Krümmungen gewisse Vorteile bietet.

Die vorliegende Lokomotive ist zum Schiebedienste auf den steilen Gebirgstrecken der Baltimore und Ohio-Eisenbahn in den Alleghany-Bergen zwischen Connelsville und Cumberland bestimmt, die stellenweise Steigungen bis 1 : 80 und Bogen bis 150 m Halbmesser aufweisen. Sie ist nach den Entwürfen des Oberingenieurs Francis Cole in den Schenectady-Werken gebaut und hat vor ihrer Versendung nach St. Louis eine Reihe von Probefahrten zurückgelegt, bei denen sie die gestellten Anforderungen in jeder Hinsicht erfüllt hat.

Zwecks Erreichung grofser Zugkraft besitzt die Lokomotive sechs gekuppelte Triebachsen mit je 25,3 t Druck, oder einem Reibungsgewichte von nicht weniger als 152 t. Die sechs Achsen sind zwecks Durchfahrens von scharfen Bogen gemäfs der Anordnung Mallet-Rimrott zu je dreien in getrennten Rahmen untergebracht, von denen der hintere als Hauptrahmen mit dem Kessel fest verbunden, der vordere um einen hinten am Stirnende des Hauptrahmens gelagerten Drehpunkt beweglich ist; je drei Achsen werden von besonderen Maschinensätzen angetrieben.

Die Dampfmaschine hat zwei Hochdruck- und zwei Niederdruck-Zylinder. Die durch die Beweglichkeit des vordern Rahmens bedingte Drehbarkeit des Dampfüberströmungsrohres nach den am Drehgestelle befestigten Zylindern bringt es mit sich, dafs die Niederdruckzylinder die vordere Achsengruppe antreiben, damit die Stopfbuchsen der beweglichen Dampfrohre, Überströmrohr und Auspuffrohr, nur unter geringem Dampfdrucke stehen.

Da die beiden Achsgruppen unter einander nicht gekuppelt sind, die gegenseitige Stellung der Kurbeln verschiedener Achsgruppen bei gelegentlichem Schleudern einer der Achsgruppen also verändert wird, so müssen die Kurbeln ein und desselben Triebwerkes eine Versetzung von 90° gegen einander erhalten, um sicheres Anfahren zu gewährleisten. Die Folgen dieser Kurbelanordnung sind starke Schlingerbewegungen des Drehgestelles, die um so gröfser werden, je gröfser die Massen des Gestänges gegen die des Drehgestelles sind, und je gröfser der Abstand zwischen der Längsachse der Niederdruckzylinder und der der Lokomotive ist. Bei einem Durchmesser der Niederdruckzylinder von 812 mm, einer Kesselspannung von 16,5 at und einem Abstande der Zylinderlängsachsen von 2184 mm sind die Schlingermomente sehr grofs.

Um diese tunlichst zu mindern, sind zwischen dem Rauchkammer-Sattelstücke und dem Drehgestelle Dämpfer in Form von zylindrisch gewickelten Federn eingeschaltet, die den in regelmäfsiger Wiederholung auftretenden Schlingerbewegnngen einen gewissen Widerstand entgegensetzen, ohne die Bogenbeweglichkeit des Drehgestelles zu hindern.

Die Abmessungen der Lokomotive sind in jeder Hinsicht riesenhaft und auch in ihrem gegenseitigen Verhältnisse nicht durchweg glücklich.

Die Gröfse der Heizfläche ist nicht so sehr durch den Kesseldurchmesser von 2135 mm, als durch die aufsergewöhnliche Länge der Heizröhren von über 6400 mm erreicht. Die Rostfläche von 6,72 qm läfst sich durch nur einen Heizer ordnungsgemäfs gar nicht mehr beschicken. Trotzdem beträgt die unmittelbare Heizfläche nur 20,4 qm oder 3,94 % der ganzen. Das genannte Verhältnis wird durch keine andere Ausstellungslokomotive unterschritten.

Der Kessel ist dem hohen Dampfdrucke von 16,5 at entsprechend aus sehr starken Blechen gebaut und aufser den üblichen Verankerungen im Langkessel noch durch drei senkrechte Querplatten versteift. Die Feuerbüchse nimmt mit ihrem Boden fast die ganze Breite des zur Verfügung stehenden Raumes ein. Demgemäfs ist der Aschkasten aufsergewöhnlich stark eingezogen. Die Luftzuführung erfolgt in der Hauptsache durch seitliche, über die ganze Länge der Feuerbüchse zwischen Bodenring und Aschkasten reichende Seitenklappen, die vom Führerstande aus durch Hebelübersetzung bewegt werden können.

An dieser Stelle mag noch auf einen Vorzug der neueren amerikanischen Feuerbüchse gegenüber den unserigen besonders hingewiesen werden, nämlich auf den breitern Wasserraum zwischen den beiden Feuerbüchsseitenwänden. Während dieser bei uns durchschnittlich 65 bis 75 mm beträgt, hat er bei den amerikanischen Lokomotiven neuerdings am Bodenringe 125 mm, bei der Mallet-Rimrott-Lokomotive sogar 135 mm, und erweitert sich bis zur obern Krümmung auf 150 mm, im vorliegenden Fall auf 160 mm. Dieser breitere Wasserraum begünstigt das Aufsteigen der Dampfblasen und damit den Wasserumlauf, wirkt also auf eine gröfsere Verdampfung und aufserdem eine längere Lebensdauer der Feuerbüchsbleche hin. Er hat ferner eine gröfsere Nachgiebigkeit der Stehbolzen bei der ungleichen Ausdehnung der Seitenwände unter der Wärme wegen der gröfseren Länge der Stehbolzen zur Folge, wodurch auch die Lebensdauer der Stehbolzen erhöht wird.

Ein breiter Wasserraum zwischen den beiden Feuerbüchsseitenwänden begünstigt die Lebensdauer und die Verdampfung in jeder Beziehung. Die Übertragung auf unsere Verhältnisse wäre also durchaus wünschenswert.

Dasselbe gilt übrigens von dem Abstande der Heizröhren. In den Vereinigten Staaten war es früher allgemein üblich, den Abstand zweier Heizröhren-Aufsenkanten, wie bei uns, nicht gröfser, als 15 bis 16 mm zu machen. Berücksichtigt man, dafs sich die Heizröhren bei ungünstigem Wasser schon nach kurzer Zeit mit Kesselsteinschichten von 2 bis 3 mm Stärke bedecken, so beträgt der Wasserzwischenraum oft kaum 10 mm. Das Aufsteigen der Dampfblasen wird dadurch erheblich erschwert. Der Übelstand erhöht sich noch mit dem Zunehmen des Kesseldurchmessers, da in diesem Falle namentlich die durch die untersten Heizröhren entwickelten Dampfblasen bis zum Dampfsammelraume einen weiten, durch die eng gelagerten Heizröhren stark verbauten Weg zurückzulegen haben. Ungenügender Wasserumlauf und häufiges Lecken der Heizröhren in den Rohrwänden sind die bekannten unangenehmen Folgen.

Aus diesem Grunde findet man die Aufsenabstände der Heizröhren bei den neueren amerikanischen Lokomotiven, so auch bei der Mehrzahl der Ausstellungslokomotiven auf 19 bis 22,2 mm vergröfsert. Wenn dadurch auch die Heizfläche unter sonst gleichen Umständen vermindert wird, so wird anderseits die Verdampfung auf 1 qm Heizfläche vergröfsert, die ganze Dampflieferung somit auch nicht verkleinert.

So haben die 3/6 gekuppelten Schnellzuglokomotiven der New-York Zentral und Hudson-Flufs-Eisenbahn, 1903 nach Pacific-Bauart gebaut von den Schenectady-Werken, und dieselbe Art des Jahrganges 1904 gleiche Dampfmaschinenleistung. Beide Kessel haben dieselben Durchmesser und gleiche Heizröhren-Längen und -Durchmesser. Während aber der Kessel des Jahrganges 1903 328 Heizröhren enthält, hat derjenige des Jahres 1904 nur 245, also 83 weniger. Dementsprechend ist die Heizfläche von 380 qm auf 284 qm oder um 25 %, herabgemindert. In beiden Fällen ist aber nach den angestellten Versuchen die Leistungsfähigkeit der Kessel dieselbe.

Der vordere Teil des Langkessels nebst Rauchkammer ist seitlich gleitend auf dem Vordergestelle gestützt. Mit dem Hauptrahmen sind die beiden Hochdruckzylinder, mit dem beweglichen die beiden Niederdruckzylinder fest verbunden. Beide Rahmen sind in allen Teilen als Barrenrahmen ausgebildet und aus Stahlgufs hergestellt. Die Querversteifungen und die Verbindungen der Rahmen mit dem Kessel sind entsprechend den grofsen Beanspruchungen kräftig ausgeführt.

Als Rückstellvorrichtung für das Drehgestell dienen zwei Sätze von Schraubenfedern, welche zwischen dem vordern, die Rauchkammer tragenden Sattelstücke und der an dieser Stelle vorhandenen, aus Stahlgufs angefertigten Querverbindung des beweglichen Rahmens eingeschaltet sind.

Die Hochdruckzylinder haben Rundschieber, die Niederdruckzylinder entlastete, Richardsonsche Flachschieber. Die Ausführung der Gufsstücke ist, wie üblich, in der Weise erfolgt, dafs jedes durch eine senkrechte Trennungsfuge in zwei Hälften geteilt wird, von denen jede aus einem Zylinder nebst dem zugehörigen Schiebergehäuse besteht. Eine Abweichung weist nur das Hochdruckzylinder-Gufsstück insofern auf, als es nicht symmetrisch geteilt ist, und zwar mit Rücksicht darauf, dafs das von den Hochdruckzylindern nach den Niederdruckzylindern führende Dampfüberströmrohr wegen seiner Bogenbeweglichkeit in die Längsachse der Lokomotive gelegt werden mufste, und der entsprechende Verbindungsflantsch am Hochdruckzylinder-Gufsstücke zwecks guter Dichtung nicht unterteilt werden konnte.

Bemerkenswert ist der Antrieb der Schieber durch die Heusinger-Steuerung insofern, als diese Steuerung bei dieser Lokomotive zum ersten Male in den Vereinigten Staaten zur Anwendung gelangt ist. Bedingt wurde ihre Wahl in erster Linie wohl dadurch, dafs die Verwendung der Stephenson-Steuerung wegen Mangels an Raum zwischen dem Rahmen ausgeschlossen war. Namentlich der Innenraum des festliegenden Rahmens ist durch den Aschkasten vollständig verbaut. Die Vorteile der Heusinger-Steuerung treten bei dieser Lokomotive so recht zu Tage, da ihre leichten Teile in stärkstem Gegensatze zu den schweren Triebwerksteilen stehen.

Die Ausführung der Steuerung ist bis in alle Einzelheiten hinein der bei uns seit vielen Jahren üblichen durchaus nachgebildet. Eine Abänderung findet sich nur in der Schieberstangenführung dadurch, dafs sie nicht, wie bei uns, zylindrischen, sondern prismatischen Querschnitt erhalten hat, um der Steuerung gröfsere Seitensteifigkeit zu verleihen. Wenn diese Formgebung eine genaue Ausführung immerhin erschwert, so

darf anderseits nicht verkannt werden, dafs an einem der wundesten Punkte der Heusinger-Steuerung die bessernde Hand angelegt werden soll durch das Bestreben, seitlichen Verbiegungen und ungleicher Abnutzung wegen des unsymmetrischen Aufbaues der Steuerung zu einer senkrechten Mittelebene nach Kräften zu begegnen. Aus dem gleichen Grunde sind die Schieber und Exzenterstangen mit den Schwingen durch Kugelgelenke verbunden.

Die Umsteuerung kann auf doppeltem Wege erfolgen und zwar entweder von Hand, oder durch Prefsluft. Die letztere Umsteuerung erfolgt mittels eines zweiten Händels, das den Kolben eines Prefsluftzylinders und dadurch den Umsteuerhebel in Bewegung setzt. Zum Festhalten der Steuerung in der der Händelstellung entsprechenden Lage dient ein Ölbuffer.

Durch eine selbsttätig wirkende Anfahrvorrichtung tritt beim Öffnen des Reglers Frischdampf von verminderter Spannung in die beiden Niederdruckzylinder, so dafs die Dampfmaschine mit Zwillingswirkung anfährt. Schon nach wenigen Radumdrehungen wird die Verbundwirkung selbsttätig hergestellt.

Alle sechs Triebachsen werden einseitig gebremst. Für jede Triebradgruppe sind zwei neben einander liegende Bremszylinder vorhanden.

Das Führerhaus ist sehr geräumig, die Aussicht auf die Strecke vom Führerstande aus ist dagegen wegen des grofsen Kesseldurchmessers und namentlich wegen der Lage des Dampfeinströmrohres für die Hochdruckzylinder ganz erheblich eingeschränkt.

Der Tender führt mit Rücksicht auf die Verwendung der Lokomotive im Schiebedienste die für ihre gewaltigen Abmessungen verhältnismäfsig kleine Mengen von 11,8 t Kohle und 22,7 cbm Wasser mit. Die Form des Wasserkastens und Kohlenbehälters entspricht der bei der preufsischen Staatsbahn üblichen Bauart.

II. C. Tenderlokomotiven.

C. a) 2/2 gekuppelte Tenderlokomotiven.

Nr. 35. Lokomotive Nr. 998, gebaut in den Dickson-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft, New-York. (Abb. 33, Taf. LVII.)

Die Lokomotive zeigt die in den Vereinigten Staaten allgemein übliche Anordnung der Tenderlokomotiven für Schmalspurbahnen.

Der Raddruck ist für eine Schmalspurlokomotive von 915 mm nach unseren Anschauungen aufserordentlich hoch. Demgemäfs entspricht auch die Dampfmaschinenleistung und Kesselheizfläche den Abmessungen einer dreifach gekuppelten Lokomotive dieser Bauart unseres Festlandes.

Die geringe Zahl der Achsen bei verhältnismäfsig grofsem Reibungsgewichte im Vereine mit der in den Vereinigten Staaten für Schmalspur-Tender-Lokomotiven allgemein üblichen Anordnung des Wasserbehälters in Form eines runden Mantels oberhalb und seitlich des Kessels bedingt ein recht ungünstiges Verhältnis zwischen Achsstand und Länge der Lokomotive. Denn die Kesselheizfläche mufs zwecks Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Reibungsgewichtes durch die Dampfmaschine grofs sein, der Kessel wird aber in seinem Durchmesser stark beeinträchtigt durch das Überbauen des Wasserbehälters, erhält somit bei Beschränkung der Anzahl der Heizröhren eine verhältnismäfsig beträchtliche Länge. Während der Achsstand nur 1524 mm beträgt, hat die Lokomotive eine Länge von 5944 mm. Davon entfallen 2489 mm auf den über die hintere Triebachse überhängenden Teil, der durch das Führerhaus und die Feuerbüchse ein ziemlich beträchtliches Gewicht trägt. Nickende Bewegungen auf Gleisunebenheiten werden sich deshalb sehr unliebsam bemerkbar machen. Da der Schwerpunkt der Lokomotive namentlich bei ganz gefülltem Wasserbehälter verhältnismäfsig hoch liegt, so ist starkes Schwanken in der Achsbelastung und Neigung der Vorderachse zum Aufklettern in Bogen bei erheblicher Entlastung der Vorderachse die Folge.

Die Lage des Wasserbehälters als zylindrischer Kesselmantel weicht von der bei uns üblichen Anordnung des Wasserbehälters zwischen dem Rahmen oder zu beiden Seiten des Langkessels ab. Die Unterbringung zwischen dem Rahmen wird durch die innen liegende Stephenson-Steuerung ausgeschlossen. Die Anordnung zu beiden Seiten des Langkessels verbietet sich durch den Mangel an geeigneter Verbindung des Wasserkastens mit dem Rahmen.

Die Kohle ist in Kästen zu beiden Seiten der Feuerbüchse untergebracht.

Der Kessel hat eine für amerikanische Lokomotiven tiefe und grofse Feuerbüchse. Das Verhältnis der unmittelbaren zur mittelbaren Heizfläche ist aufsergewöhnlich günstig, die unmittelbare Heizfläche beträgt 11,4 % der ganzen.

Der Rahmen ist aus Stahl gegossen und am hintern Ende plattenförmig ausgezogen.

Das Sattelstück nebst Zylindern und Schiebergehäusen für Flachschieber zeigt die übliche Form.

Das Triebwerk und die Steuerung bieten nichts bemerkenswertes.

Die Räder werden einseitig gebremst. Die beiden Bremsschuhe liegen zwischen den Achsen, so dafs der Bremsdruck auf die Kuppelstangen mit übertragen wird. Es sind zwei Sandstreuer vorhanden, von denen der eine die vordere Achse bei Vorwärtsfahrt, der andere die hintere bei Rückwärtsfahrt bedient.

Die Lokomotive war recht sorgfältig ausgeführt.

Nr. 36. Lokomotive Nr. 661, gebaut von Henschel und Sohn, Cassel. (Abb. 34, Taf, LVII.)

Die Lokomotive hat Regelspur und ist in erster Linie für den Verschiebedienst in gröfseren Werken und für private Eisenbahnunternehmungen bestimmt.

Das Reibungsgewicht ist doppelt so grofs, wie das der amerikanischen Tenderlokomotive und demgemäfs auch die Dampfmaschinenleistung erheblich gröfser, als bei jener. Die Kesselheizfläche zeigt dagegen nicht dasselbe Verhältnis, ihre Beanspruchung ist somit ungünstiger.

Im übrigen zeigt die Lokomotive die in Preufsen üblichen Formen, sowohl hinsichtlich des Kessels, als auch des Rahmens und der Dampfmaschine nebst Triebwerk.

Der kastenförmige Rahmen wird in der bei uns vielfach üblichen Weise als Wasserbehälter benutzt und erhält dadurch eine nicht zu unterschätzende Steifigkeit. Diese Ausführung bedingt anderseits die Anordnung des ganzen Triebwerkes einschliefslich Steuerung aufserhalb des Rahmens und ergibt damit leichte Zugänglichkeit und bequeme Überwachung dieser Teile, allerdings auf Kosten der Seitensteifigkeit des Triebwerkes.

Die Kohlenkästen sind zu beiden Seiten des Langkessels unmittelbar vor dem Führerhause angebracht.

Beide Achsen werden einseitig aber in gleicher Richtung gebremst, so dafs sich der Bremsdruck in keinem Falle auf das Gestänge des Triebwerkes übertragen kann.

C. b) 3/3 gekuppelte Tenderlokomotiven.

Nr. 37. Lokomotive Nr. 662, gebaut von Henschel und Sohn, Cassel. (Abb. 35, Taf. LVII.)

Die Lokomotive ist für eine Spurweite von 914 mm gebaut und für den Betrieb auf Pflanzungen, gröfseren Farmen, sowie für andere land- und forstwirtschaftliche Betriebe bestimmt. Da derartige Betriebe häufiges Umbauen der Gleisanlage, also leichten Oberbau bedingen, so überschreitet der Raddruck bei keiner Achse 1,5 t.

Da derartige Lokomotiven ferner von gewöhnlichen Arbeitern bedient werden müssen, so ist besonderer Wert auf einfache und übersichtliche Anordnung aller Teile gelegt und die Ausstattung zur Vermeidung vieler Handgriffe auf das Notwendigste beschränkt. Die Bedienung erfolgt durch einen einzigen Arbeiter.

Bei der baulichen Durchbildung ist eine grofse Sorgfalt auf leichtes Auseinandernehmen und schnelles Wiederzusammensetzen verwendet, so dafs die Lokomotive bequem versendet werden kann. Alle gleichartigen Teile sind gegeneinander auswechselbar, was für den Zusammenbau durch Unfachkundige ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist.

Im übrigen bietet die Anordnung der Hauptteile, des Kessels, des Rahmens und der Dampfmaschine, sowie die Ausführung der Einzelteile wenig Erwähnenswertes.

Der Rahmen ist auch hier als Wasserbehälter ausgebildet, dessen jeweiliger Wasserstand durch eine Reihe von Prüfhähnen zu erkennen ist. Diese Anordnung bedingt die Anbringung des Triebwerkes und der Neuerung an der Aufsenseite des Rahmens und gewährt bequeme Zugänglichkeit und dauernde Überwachung dieser Teile auch während der Fahrt.

Die Allan-Steuerung wird durch ein im Führerhause angebrachtes, einfaches Steuerungshändel bedient. Ebendaselbst befindet sich auch die durch einen Wurfhebel bediente Bremse, welche durch je zwei einseitig angebrachte Bremsklötze auf Vorder- und Hinterachse wirkt.

Die Mittelachse hat keine Spurkränze, um auch die kleinsten Bogen mit Sicherheit durchfahren zu können.

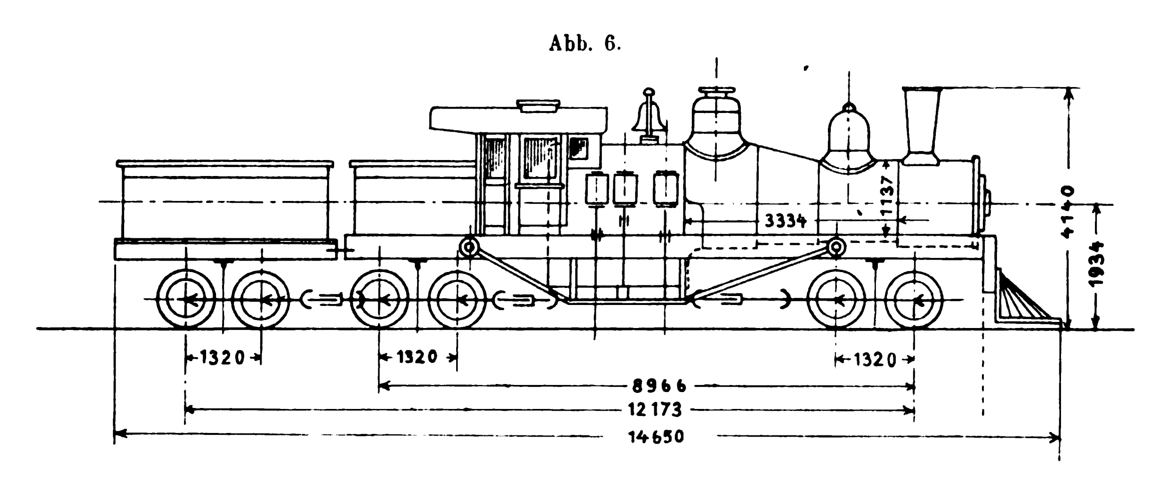
Die Kohlenkästen sind zu beiden Seiten des Langkessels angeordnet und schliefsen sich an das Führerhaus nach vorn an.

II. D. Gebirgs-Lokomotiven.

Nr. 38. Lokomotive Nr. 867, gebaut von der Lima Lokomotiv- und Maschinen-Gesellschaft in Lima, Ohio. (Textabb. 6.)

Diese Lokomotive ist in jeder Hinsicht eigenartig und weicht von der üblichen Bauart ab. Ihre Bauart ist in Europa

Abb. 6.



so gut wie unbekannt, erfreut sich jedoch in den Vereinigten Staaten trotz verschiedener bedenklicher, in der Art begründeter Fehler einer von Jahr zu Jahr wachsenden Beliebtheit, namentlich in den westlichen Staaten Colorado, Nevada, Californien. Die Lima Lokomotivwerke sind die ersten und die einzigen, die diese Lokomotive seit mehr als zwanzig Jahren auf den Markt bringen und mehr als 900, vereinzelt auch für fremde Staaten gebaut haben.

In ihren ersten Anfängen ausschliefslich für Waldbahnen, namentlich in Nevada und dem nördlichen Teile Californiens bestimmt, hat sich diese Lokomotive im Laufe der Zeit ein immer gröfseres Gebiet erobert und wird heute zur Beförderung von Gütern und Reisenden benutzt. Ihr Hauptverwendungsgebiet sind steile Bergbahnen mit scharfen Bogen und verhältnismäfsig leichten Schienen bei nicht selten schlechtem und unzureichendem Oberbaue. Selbst Holzschienen findet man vereinzelt, wo Bahnen schnell und nur für vorübergehende Zwecke hergestellt werden.

Den genannten Bedingungen entsprechen: grofses Reibungsgewicht, geringer Raddruck und gröfstmöglichste Bogenbeweglichkeit.

Aus denselben Bedingungen entwickelten sich bei uns die

verschiedensten Bauarten, so Fairlie, Meyer, Mallet-Rimrott, Hagans, deren Vorteile und Nachteile hinreichend bekannt sind. Ihnen allen ist die Übertragung der Dampfmaschinenbewegung auf die Triebräder unmittelbar durch umlaufende Kurbeln eigen, wobei die Ebene der Kurbelbewegung in der Richtung der Fahrt liegt.

Auf wesentlich anderer Grundlage beruht die nach ihrem Erfinder benannte Shay-Lokomotive.*) Ein Hauptmerkmal dieser Lokomotive besteht darin, dafs alle Achsen, auch die des Schlepptenders als Triebachsen ausgebildet sind, wodurch das gröfstmögliche Reibungsgewicht erreicht und der Raddruck auf ein Mindestmafs herabgedrückt wird. Die gröfstmöglichste Bogenbeweglichkeit wird durch ausschliefsliche Verwendung von zweiachsigen Drehgestellen erzielt, sodafs die Zahl der Triebachsen stets eine grade ist. Die Bewegung wird von der Dampfmaschine auf die Triebachsen durch eine wagerechte, in Höhe der Radmitten auf der rechten Maschinenseite aufserhalb des Rahmens gelagerte Welle übertragen, welche in der Geraden in Richtung der Längsachse der Lokomotive liegt. Auf diese Welle sind Kegelräder gekeilt, welche in entsprechende auf den Triebachsen fliegend befestigte Kegelräder eingreifen. Diese Antriebsart bedingt somit eine Bewegung der Dampfmaschinenkurbeln in einer senkrechten, rechtwinkelig zur Fahrrichtung stehenden Ebene.

Die Antriebsweise mittels Kegelrädern läfst nun die Ausbildung der wagerechten Antriebwelle als ein ganzes nicht zu, da hierdurch die freie Beweglichkeit und Einstellung der Drehgestelle aufgehoben würde. Sie bedingt vielmehr die Unterteilung der Welle in einzelne Abschnitte, von denen jeder einzelne mit dem Rahmen des zugehörigen Drehgestelles fest verbunden ist. Diese Abschnitte sind durch Kreuzgelenke verbunden, aufserdem hat jedes eine Ausdehnungskuppelung, um die in den Bogen erforderliche Veränderung der Länge der Antriebswelle zu ermöglichen. Ein weiteres solches Glied nebst Gelenk- und Ausdehnungskuppelungen ist in dem Dampfmaschinenrahmen gelagert, sodafs die Antriebswelle bei n Drehgestellen im ganzen aus n + 1 Teilen besteht, n Gelenkkuppelungen und n Ausdehnungskuppelungen besitzt.

Die Dampfmaschine ist auf der rechten Seite des Kessels unmittelbar vor dem Führerhause an der Feuerbüchse befestigt und hat in der Regel drei, nur bei kleinen Lokomotiven zwei mit Zwillingswirkung arbeitende, senkrecht stehende Zylinder, welche auf einem gemeinsamen, als Dampfkammer dienenden Gufsstücke aufgebaut sind. Die senkrechte Lagerung der Zylinder sichert die geringste Abnutzung für Zylinder und Kolben.

Die Dampfkammer regelt die Verteilung des Frischdampfes für die drei Zylinder und sammelt den Auspuffdampf für eine gemeinsame Rohrleitung. Die drei Kurbeln der Dampfmaschine sind um 120° gegen einander versetzt, sodafs die auf- und abgehenden Triebwerksachsen ausgeglichen sind.

Die Längsachse des Kessels fällt mit derjenigen des Rahmens nicht zusammen, ist vielmehr nach links gerückt, um einmal der Dampfmaschine das Gleichgewicht zu halten und für diese Platz zu schaffen.

*) Organ 1902, S. 208.

Die Drehgestelle sind mit grofser Sorgfalt abgefedert. Die rechtsseitigen Lager der Drehgestelle nehmen aufser den Zapfen der Triebachsen auch die wagerechte Antriebswelle auf. Die linksseitigen sind durch Ausgleichhebel mit einander verbunden.

Der Hauptrahmen besteht aus zwei I-Trägern, die an der Befestigungstelle des Dampfmaschinenrahmens durch ein Hängewerk verstärkt sind. Die Querversteifung ist gut.

Der Hauptrahmen ragt hinter dem Führerhause noch um ein beträchtliches nach hinten, um den Behälter für 4,5 t Kohle aufzunehmen.

Die Stützung des Hauptrahmens erfolgt durch zwei Drehgestelle, von denen das eine dicht hinter der Rauchkammer, das andere unter dem Kohlenbehälter gelagert ist.

Der durch ein Drehgestell getragene Schlepptender dient allein zur Aufnahme von 11,4 cbm Wasser.

Das Betriebsgewicht, das gleich dem Reibungsgewichte ist, beträgt 59 t, entspricht somit dem Betriebsgewichte unserer leistungsfähigsten vierfach gekuppelten Güterzuglokomotiven. Der Raddruck erreicht nicht einmal ganz 5 t. Bogen mit 100 ^{m} Halbmesser können noch mit Sicherheit durchfahren werden.

Die Lokomotive besitzt eine Zugkraft von 16 t am Radumfange, ist also im stande, auf einer Steigung von 4 $^0/_0$ selbst bei schlechtem Oberbaue ein Zuggewicht von 250 bis 300 t zu befördern.

Die Beanspruchung des Kessels ist namentlich mit Rücksicht auf den kleinen Triebraddurchmesser sehr günstig. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dafs die Feueranfachung sehr regelmäfsig, daher die Verdampfungsziffer sehr hoch ist, denn auf eine Umdrehung der Triebwelle kommen sechs, auf eine Umdrehung der Triebachsen bei 1 : 2,4 Übersetzung der Kegelräder mehr als vierzehn Dampfschläge.

Dieser Vorzug tritt zu den schon eingangs aufgezählten des grofsen Reibungsgewichtes bei kleinem Achsdrucke und der leichten Bogenbeweglichkeit hinzu.

Diesen Vorteilen für gewisse Verwendungszwecke stehen jedoch auch Nachteile gegenüber, die diese Gebirgslokomotive mit der Mehrzahl der Bauarten dieser Gattung gemein hat. Sie entstehen hier wie dort aus der Forderung der Bogenbeweglichkeit des Triebwerkes.

Schon die Befestigung der Zylinder an der rechten Feuerbüchswand ist nicht einwandfrei, da die Stehbolzen durch das Rütteln und Stofsen der Dampfmaschine ungünstig beansprucht werden, und ihre Zugänglichkeit sehr erschwert ist.

Ein weiterer Übelstand ist die geringe Bauhöhe der Dampfmaschine, die durch die Höhe der Feuerbüchse und die Lage der wagerechten Triebwelle bedingt ist. Die Schubstangen fallen dementsprechend kurz aus und haben grofse Kreuzkopfdrücke zur Folge, die durch ihr regelmäfsiges Wiederkehren einen weitern ungünstigen Einflufs auf die Feuerbüchsseitenwand und die Stehbolzen ausüben.

Am nachteiligsten gestaltet sich das Triebwerk selbst wegen der Kegelradgetriebe, der Kreuz- und Ausdehnungs-Kuppelungen, die tief gelagert werden müssen und dadurch der Verunreinigung zu sehr ausgesetzt sind. Starker Verschleifs und gelegentliche Brüche sind daher kaum zu vermeiden. Ganz besonders ungünstig gestalten sich die Verhältnisse für die

Kegelradgetriebe, da der richtige Eingriff durch die Abnutzung der Triebachslager sowie durch senkrechte Bewegung der Triebachsen auf Gleisunebenheiten aufgehoben wird.

Auch diese Bauart bietet somit keine einwandsfreie Lösung für die bogenbewegliche Gebirgslokomotive.

Schlufs.

Die Lokomotiv-Ausstellung im Verkehrsgebäude der Weltausstellung in St. Louis ergab nach dem Gesagten zwar kein Bild des damaligen Standes des Lokomotivbaues aller Kulturländer, sie eröffnete aber dem Besucher einen vollen Einblick in den Lokomotivbau der Vereinigten Staaten von Amerika, die aufserordentlich reichhaltig und in jeder Beziehung vollkommen war. Die im vorstehenden gegebene Einzelbeschreibung der Ausstellungs-Lokomotiven soll deshalb in erster Linie auf die wesentlichsten Unterschiede in der Wahl der Hauptabmessungen, der Anordnung der Hauptteile und der Durchbildung der Einzelteile zwischen dem amerikanischen und dem europäischen, vornehmlich dem deutschen Lokomotivbaue hinweisen, dann von neuem die Gelegenheit bieten, die Leistungsfähigkeit unseres Lokomotivbaues an der des amerikanischen zu messen. Bei diesem Vergleiche darf die Verschiedenheit der Verhältnisse nicht aufser Acht gelassen werden, trotzdem gibt ein vorurteilsfreier Vergleich gar manchen Fingerzeig, wo bei uns die bessernde Hand anzusetzen ist.

Zum Schlusse sei allen Lokomotiv-Bauanstalten, insbesondere auch den amerikanischen, für die bereitwillige Unterstützung durch Zeichnungen und andere Hülfsmittel an dieser Stelle von neuem gedankt.

Vereins-Angelegenheiten.

Mitteleuropäischer Motorwagen-Verein.

Preisausschreiben für Geschwindigkeitsmesser für Kraftwagen.

Die Frist für Einlieferung der Prüfungsgegenstände zu einem unter Mitwirkung der preufsischen Ministerien und des »Deutschen Automobil-Klubs« vom Mitteleuropäischen Motorwagen-Vereine veranstalteten Wettbewerbe mit einem Preise von 6000 M. ist auf den 31. März 1906 verlegt worden. Die Verlegung ist erfolgt mit Rücksicht auf zahlreiche diesbezüglich vorliegende Ansuchen von Bewerbern, welche erklären, ihre Vorrichtungen in der gegebenen Zeit nicht genügend ausproben zu können, wodurch eine Hinausschiebung der für den 1. Oktober 1905 festgesetzten Frist zum Besten der Sache und der Bewerber erwünscht erschien.

Die im Januar 1905 bekannt gegebenen Bestimmungen bleiben im übrigen unverändert. Diese wie alle gewünschten Auskünfte sind unentgeltlich von der Geschäftstelle des Mitteleuropäischen Motorwagen-Vereines, Berlin W. 9, Linkstrafse 24, zu beziehen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Baufortschritt im Simplontunnel.*)

(Schweizerische Bauzeitung 1905, XLV, August, S. 117.)

In den Monaten April bis Juni 1905 sind von der Nordseite aus der zweite Stollen um 11 m, der Firststollen um 200 m und der Vollausbruch um 212 m vorgetrieben worden, von der Südseite aus betrug der Fortschritt im zweiten Stollen 371 m, im Firststollen 362 m und für den Vollausbruch 345 m. Im ganzen wurden in diesen Monaten nordseits 5670 cbm Aushub und 1017 cbm Mauerwerk, südseits 16487 cbm Aushub und 1034 cbm Mauerwerk geleistet. Die Tunnelverkleidung wurde auf eine Länge von 19228 m durchgeführt.

Im Tunnel waren durchschnittlich 1686, aufserhalb 646, im ganzen also 2332 Mann beschäftigt. Die höchste Zahl der gleichzeitig im Tunnel beschäftigten Arbeiter betrug auf der Nordseite 205, auf der Südseite 510.

Der Wasserandrang auf der Nordseite war infolge des Vortreibens des südlichen zweiten Stollens, in den sich die warmen Quellen allmälig zum gröfsten Teile ergossen, auf 88 l/Sek. heruntergegangen; in dieser Menge sind noch 30 l/Sek. enthalten, die aus dem im Gegengefälle liegenden Teile des nördlichen zweiten Stollens ausgepumpt wurden. Die Ergiebigkeit der übrigen Quellen der Nordseite ist teils geblieben, teils ist sie langsam zurückgegangen. Die kalten Quellen der Südseite erreichten Ende Juli ihren höchsten Stand mit 931 l/Sek., das am Südmunde gemessene Tunnelwasser betrug um diese Zeit 1167 l/Sek.

Zur Lüftung und Kühlung wurde auf der Nordseite die durch den Haupttunnel frei eintretende Luft bis Ende April aus dem zweiten Stollen angesogen; dann prefste der grofse Bläser in 24 Stunden durchschnittlich 4492850 cbm Luft in den Haupttunnel, dessen Eingang vorläufig geschlossen wurde. Zur Lüftung des zweiten Stollens wurden durchschnittlich 6680 cbm innerhalb 24 Stunden eingeführt. Zur Lüftung der Südseite wurden in 24 Stunden durchschnittlich 2769120 cbm Luft in den zweiten Stollen eingeprefst. —k.

*) Organ 1895, S. 39; 1900, S. 59 und 70; 1903. S. 84; 1904, 236; 1905, S. 106 und 264.



Bahnhofs-Einrichtungen.

Andernachs schmiegsame Asphaltplatten und Patent-Falztafeln „Kosmos“.

A. W. Andernach in Beuel am Rhein führt zur Trockenlegung von Mauern schmiegsame Asphaltplatten ein, die in den Mauermafsen entsprechenden Breiten hergestellt und auf die Mauern abgerollt werden, worauf dann weiter gemauert wird. Die Anwendung ist leicht und einfach und mit nur geringen Kosten verknüpft.

Die Patent-Falztafeln »Kosmos« dienen zur Bekleidung der Wetterseiten von Gebäuden vor Aufbringung des Putzes, sie finden ferner in solchen Räumen Verwendung, die schnell bewohnt werden sollen. Die Baufeuchtigkeit der Mauern wird in diesem Falle mittels der durch Hohlfalze eingeleiteten Luftspülung schnell beseitigt, während der Mörtel auf natürlichem Wege abbindet. Auch eignen sich die Falztafeln gut zur Umkleidung von in Mauern liegenden Balkenköpfen. —k.

Maschinen- und Wagenwesen.

Stählerne Wagen der New-Yorker Stadtbahn.

(Railroad Gazette 1905, Juli, S. 82. Mit Abb.)

Die New-Yorker Stadtbahn ist dem Beispiele der dortigen Untergrundbahn gefolgt und hat ganz aus Stahl hergestellte elektrische Wagen in Betrieb genommen, bei denen jegliche Feuersgefahr durch zufällige Kurzschlüsse vermieden ist. Die Wagen sind von der Pressed-Steel-Car-Co. hergestellt. Sie haben fast dasselbe Aussehen, auch ungefähr dasselbe Gewicht wie die bis jetzt ausschliefslich gebrauchten hölzernen Wagen.

P—g.

5/5 gekuppelte Verschiebe-Lokomotive der Lake Shore Bahn.

(Railroad Gazette 1905, Juli, S. 64. Mit Abb.)

Die Lokomotive ist die stärkste je gebaute Verschiebe-Lokomotive; sie dient dazu, die auf Verschiebebahnhöfen eintreffenden Züge auf die Höhe der Abrollgleise zu bringen. Der Raddruck beträgt 12,25 t; bis jetzt ist nur bei der Mallet-Lokomotive der Baltimore und Ohio Bahn*) ein noch gröfserer Raddruck von 12,63 t zugelassen worden. Der Raddurchmesser beträgt nur 1321 mm, da die Lokomotive selten mit mehr als 16 km/St. Geschwindigkeit fährt. Die Lokomotive hat Heusinger-Steuerung.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Dampfzylinder	Durchmesser d	610 mm
	Kolbenhub h	711 «
Triebraddurchmesser D		1321 «
Heizfläche innere		393 qm
Rostfläche		5,1 qm
Dampfüberdruck p		14,76 at
Heizrohre	Länge	5791 mm
	Durchmesser, äufserer	50,8 mm
	Anzahl	447
Kesseldurchmesser		2034 mm
Gewicht im Dienste	Triebachslast	122,47 t
	im ganzen	122,47 «
Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche		77
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht		3,2 qm/t
Inhalt des Tenders	Wasserbehälter	30,28 cbm
	Kohlenraum	10,89 t
Zugkraft $Z = \frac{d^2 . h}{D} . 0,6\, p =$		17700 kg
Zugkraft für 1 qm Heizfläche		45,1 kg/qm
« « 1 t Dienstgewicht		144,9 kg/t
« « 1 t Triebachslast		144,9 «

P—g.

*) Organ 1905, S. 135.

Tender mit 26,5 cbm Wasserinhalt für die Louisville und Nashville Bahn.

(Railroad Gazette 1905, Juli, S. 28.)

Der Tender ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen. Für die mittleren und seitlichen Längsträger des Untergestelles sind U-Eisen verwendet, die an den Enden und in der Mitte durch Stahlgufsstücke verbunden sind. Der Wasserkasten hat U-Form. Die Seitenteile sind nach rückwärts durch gelochte Bleche von 6 mm Lochweite abgeschlossen; in diesen sind Türen angebracht, um das Innere zugänglich zu machen. Drei senkrechte Bleche für die Querversteifung in jedem Seitenbehälter, sowie ein solches im mittlern Behälterteile dienen gleichzeitig als Spritzbleche. Am vordern Ende wird die Kohle durch einen 2133 mm hohen Holzrahmen mit wagerecht liegenden Ketten zurückgehalten; die untersten Ketten können entfernt werden. Der Inhalt des Kohlenraumes ist in der Quelle nicht angegeben.

P—g.

Signalwesen.

Über Gebrauchsdauer und Gebrauchswert hölzerner Telegraphenstangen.

(Archiv für Post und Telegraphie 1905, August, Nr. 16, S. 505.)

Der für die verschiedenen Stangenarten ermittelte wirtschaftliche Wert ergibt sich aus der nachstehenden Zusammenstellung:

Zubereitungsart	Gebrauchsdauer einer Stange	Beschaffungs- und Aufstellungskosten, einschliefsl. Fracht, für 1 Festmeter	Kosten für 1 Festmeter und 1 Gebrauchsjahr
Getränkt mit:		M	M
Kupfervitriol . .	11,7	48,96	4,19
Zinkchlorid . . .	11,9	48,12	4,05
Teeröl	20,6	61,93	3,01
Quecksilbersublimat	13,7	52,89	3,86
Ungetränkt . . .	7,7	40,80	5,30

—k.

Elektrische Eisenbahnen.

Einphasenbahn Murnau-Oberammergau.

Die erste in Deutschland ausgeführte elektrische Vollbahn von gröfserer Ausdehnung, die mit einphasigem Wechselstrome fahrplanmäfsig betrieben wird, ist die 23,6 km lange, regelspurige Bahn von Murnau nach Oberammergau. Die ursprünglich für Drehstrombetrieb entworfene Anlage wurde bereits in den Jahren 1899/1900 in Angriff genommen. Besondere Verhältnisse stellten sich indes der Vollendung entgegen, sodafs der Betrieb zunächst mit Dampflokomotiven aufgenommen werden mufste. Erst als im Jahre 1904 die Münchener Lokalbahn-Aktien-Gesellschaft die Bahnanlage käuflich erwarb, wurde der ursprüngliche Plan des elektrischen Betriebes wieder aufgenommen und die Ausführung den Siemens-Schuckert-Werken übertragen.

Technische Litteratur.

Die Schaltungen der elektrischen Stellwerke nach den Systemen Siemens und Halske und Jüdel. Berliner Union-Verlagsgesellschaft mit beschränkter Haftung. Berlin W. 35, 1905. Preis 1,0 M.

Die Bedeutung der elektrischen Stellwerke hat in den Werken von Scholkmann*) und Schubert**) eine entsprechende Würdigung gefunden, nachdem ihre Brauchbarkeit durch die im Betriebe des Düsseldorfer Ausstellungsbahnhofes 1902 weiteren Kreisen vor Augen geführt war.***)

Nicht zu leugnen ist, dafs die elektrischen Stellwerke deutschen Ursprunges nach Siemens und Halske in Deutschland-Österreich seit ihrer ersten Erprobung in Österreich im Jahre 1894 sich innerhalb der folgenden 10 Jahre ein grofses Feld erobert haben. Durch die Einigung der Werke Siemens und Halske und Jüdel sind erhebliche Vorteile erreicht worden.

Das vorliegende Druckheft hat zum Gegenstande einen Vortrag, den Regierungs- und Baurat Kroeber im Ingenieur- und Architekten-Vereine zu Leipzig und im Bahnmeister-Vereine des Direktions-Bezirkes Halle a./S. gehalten hat.

Der Zweck des Vortrages war in erster Linie ein belehrender. Die Schrift bringt demnach keine beurteilende Untersuchung der elektrischen Stellwerksanlagen und deren Vergleichung mit den mechanischen und Prefsluft-Stellwerken, wenn auch der Verfasser gleich eingangs uns im Schlufsworte über seine Ansicht hinsichtlich der Vorzüge des reinen elektrischen Betriebes keinen Zweifel läfst.

Kroeber bespricht die Anordnung und Schaltung der Speicherbatterien, das Stationsblock- und Freigabe-Werk, das Stellwerk, die Schaltung der Weichen- und Signalantriebe, die Schaltung der Stationsblockung, die des Kuppelstromes, der Signalflügelkuppelung und die Auflösung der Fahrstrafse bei Anwendung von Magnetschaltern. Schliefslich wird die Übersicht der Schaltung einer elektrischen Stellwerksanlage besprochen.

Die Kroebersche Arbeit kann als eine eingehendere Behandlung ihres Sonder-Gegenstandes der Kenntnisnahme und Benutzung der beteiligten Fachkreise warm empfohlen werden.

W—e.

*) Scholkmann, die Signal-Sicherungsanlagen, Eisenbahn-Technik der Gegenwart. 2. Bd., IV. Abschn., S. 1537.

**) Schubert, die Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe. Wiesbaden 1903.

***) Zachariae, der Ausstellungsbahnhof in Düsseldorf und seine Sicherungsanlagen. Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 305.

Kalender für das Jahr 1906.

1. Kalender für Eisenbahn-Techniker. Begründet von E. Heusinger von Waldegg, neu bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von A. W. Meyer, Königl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor bei der Königl. Eisenbahn-Direktion in Königsberg. XXXIII. Jahrgang. 1906. Wiesbaden, J. F. Bergmann. Preis 4,0 M.
2. Kalender für Strafsen- und Wasserbau- und Kultur-Ingenieure. Begründet von A. Rheinhard. Neu bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von R. Scheck, Regierungs- und Baurat in Stettin. XXXIII. Jahrgang. 1906.

Die Einteilung beider Kalender ist im allgemeinen die gleiche wie im Vorjahre geblieben, der Inhalt hat aber wesentliche Veränderungen, Neubearbeitungen und Erweiterungen erfahren.

Das frühzeitige Erscheinen ermöglicht es den alten Freunden der Taschenbücher, sich schon vor Jahresbeginn in das neue Jahr einleben zu können.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1905, Ergänzungsheft. **625.** 284

Die Lüftung der Eisenbahn-Personenwagen.

Von

M. Kosch,

Ingenieur in Berlin.

Mit Zeichnungen Abb. 1 bis 34 auf Tafel LXIV und Abb. 35 bis 53 auf Tafel LXV.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1905, Ergänzungsheft. **625.** 143. 4

Schienenstofs auf zwei Schwellen.

Von

A. Wasiutyński,

Direktions-Ingenieur der Warschau-Wiener Eisenbahn, Professor an dem polytechnischen Institut zu Warschau.

Mit Zeichnungen Abb. 1a bis 4 auf Tafel LXVI und 17 bis 30 auf Tafel LXVII.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1905, Ergänzungsheft. **621.** 184. 2

Versuche mit Kuhn'scher Steuerungseinrichtung an Lokomotiven.

Von

van Heys,

Regierungsbaumeister in Friedenau.

Mit Schaulinien Abb. 1 bis 16 auf Tafel LXVII.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1905, Ergänzungsheft. **621.** 116 und **621.** 133. 7

Kessel-Speisung Brázda.

Von

Ing. **Th. Brázda,**

Inspektor der österreichischen Staatsbahnen in Amstetten.

Mit Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel LXVIII.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1905, Ergänzungsheft. **385.** (091

Eine Fahrt über die sibirische Bahn von Riga nach Port-Arthur im September 1903.

Von

H. v. Stavenhagen,

Ingenieur in Schlüsselburg.

Mit Plänen Abb. 1 bis 3 auf Tafel LXIX.

Wiesbaden.

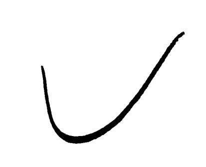
C. W. Kreidel's Verlag.

1905.

DIE LÜFTUNG

DER

EISENBAHN-PERSONENWAGEN.



VON

M. KOSCH,
INGENIEUR IN BERLIN.



Mit Zeichnungen Abb. 1 bis 53 auf den Tafeln LXIV und LXV.

ERGÄNZUNGSHEFT ZUM ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS, JAHRGANG 1905.

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL's VERLAG.
1905.

Die Lüftung der Eisenbahn-Personenwagen.

Von **M. Kosch**, Ingenieur in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 53 auf den Tafeln LXIV und LXV.

Die Lüftung der Eisenbahn-Personenwagen ist eine der Fragen im Eisenbahnbetriebe, die von Zeit zu Zeit immer wieder aufgerollt werden, ohne bisher ganz gelöst zu sein.

Die Lüftung ist im Winter besonders in Raucherabteilen äufserst mangelhaft. Lüftungsvorrichtungen mit von der gebräuchlichen abweichender Durchbildung sind meist nur für eine bestimmte Zeit probeweise in Betrieb gewesen.

Von einer allgemeinen Einführung einer guten Lüftungsanlage für Eisenbahnwagen konnte bislang keine Rede sein, denn man weifs nicht, welche Bauart die beste und billigste ist, da umfangreiche Versuche hierfür nicht ausgeführt worden sind. Die Kostenfrage ist hierbei eingehend zu berücksichtigen, da der bedeutenden Ausgabe keine damit erzielte Einnahme gegenüber steht. Die heutige Entwickelung des Eisenbahnbetriebes drängt jedoch unaufhaltsam dazu, auch die Lüftung der Eisenbahnwagen nach neuen Grundsätzen durchzuführen, denn das bisher übliche Öffnen der Fenster macht bei den hohen Geschwindigkeiten den Aufenthalt in einem Wagen unter Umständen unmöglich.

Die Lüftung der Wagen ist viel schwieriger, als die eines Raumes in einem feststehenden Gebäude. Bei letzterm kann zunächst die Lüftung in wirtschaftlich bester Weise von einer Stelle aus bewirkt werden, was bei Eisenbahnwagen schon deswegen Schwierigkeiten bereitet, weil sie unzusammenhängende Räume bilden, welche leicht zu verbinden und zu trennen sein müssen. Dann aber sind die Räume in Wohnhäusern viel gröfser im Verhältnisse zur Zahl der sich in ihnen aufhaltenden Menschen, während im Eisenbahnwagen oft 60 Menschen in einem kleinen Raume von ungefähr 2,25 m Höhe viele Stunden beisammen sitzen müssen. Es tritt also die Schwierigkeit auf, einen kleinen Raum in kurzer Zeit in ausgiebigem Mafse zu lüften. Bedenkt man ferner, dafs im Sommer zu der schlechten Luft im Wagen noch die Wärme kommt, welche Dach und Seitenwände des Wagens ausstrahlen, dafs ferner im Sommer aufser der ausgeatmeten Kohlensäure noch die infolge von Hitze vermehrten Ausdünstungen des menschlichen Körpers, im Winter dagegen der von der Dampfheizung geröstete Staub und nasse Kleider das ihrige dazu beitragen, den Aufenthalt in einem Eisenbahnwagen unangenehm zu gestalten, so kann man ermessen, wie vielen Forderungen eine gute Lüftung gerecht werden mufs. Nun ist es nicht schwierig, einen kleinen Raum schnell mit frischer Luft zu versorgen, sehr schwierig aber, hierbei zu starke Zugluft zu vermeiden. Als weiterer erschwerender Umstand tritt hinzu, dafs die den Abteilen zuzuführende Luft durch Rauchgase der Lokomotivfeuerung, Rufs, Flugasche, Kohlenteilchen und durch aufgewirbelten Staub verunreinigt ist, deren Eindringen in das Innere des Wagens möglichst verhindert werden soll. Noch ein Erfordernis ist untrennbar mit der Lüftung verbunden. Falls frische Luft zum Wagen zugeführt wird, so mufs sie im Winter unbedingt erwärmt werden, und die hierzu erforderliche Wärmemenge wird grofs, wenn eine ausgiebige Versorgung mit frischer Luft gefordert wird.

Die Schwierigkeiten, eine gute und nicht zu teure Lüftung der Eisenbahnwagen herzustellen, sind daher bedeutende, und selbst wenn die Frage, welche Bauart der Lüftungsvorrichtung eingeführt werden soll, entschieden wäre, wird es vieler Versuche bedürfen, um die Abmessungen der einzelnen Teile der Vorrichtung richtig zu bemessen.

Um einen Überblick über die Lüftung von Eisenbahnwagen zu gewähren, sollen daher im folgenden die verschiedenen Bauarten einer Betrachtung unterzogen werden. Einzelne dieser Vorrichtungen sind probeweise eingeführt gewesen oder noch eingeführt, die meisten sind jedoch bis jetzt Entwurf geblieben. Wenn es auch nicht möglich erscheint, aus dem Vergleiche der einzelnen Vorrichtungen sichere Schlüsse auf die Brauchbarkeit der einzelnen Bauarten zu ziehen, so wird der Überblick dennoch wesentlich dazu beitragen, wenigstens annähernd einen Mafsstab zur Beurteilung zu geben.

Einteilung.

Man kann zunächst zwei Arten der Lüftung unterscheiden:

A) Natürliche Lüftung,

B) Künstliche Lüftung.

Die natürliche Lüftung wird bewirkt durch Freilegen einer oder mehrerer verschliefsbarer Öffnungen, wie Fenster, Türen, Klappen oder Schieber in den Wänden, im Dache oder im Dachaufsatze.

Die künstliche Lüftung kann auf dreierlei Art vorgenommen werden.

I. Die Luft wird abgesaugt:

1. durch Vorrichtungen, welche den bei der Bewegung des Zuges entstehenden Luftstrom unmittelbar zum Absaugen der Luft aus dem Wagen benutzen. Die Vorrichtungen sind:
   a) einstellbare ebene Flächen (Deflektoren);
   b) einstellbare trichterförmige Luftfanggehäuse;
2. durch Vorrichtungen, bei welchen die Luft aus dem Wagen durch Schraubenräder und ähnliche Vorrichtungen abgesaugt wird. Der Antrieb der Räder er-

folgt entweder durch den äufsern Luftstrom oder durch besondere Vorrichtungen;
3. durch Öfen;
4. durch Lampen.

II. Frische Luft wird zugeführt:
a) jedem Wagen durch selbsttätig wirkende Auffangvorrichtungen;
b) die Luft wird vor dem Zuge aufgefangen und den einzelnen Wagen durch eine gemeinsame Rohrleitung zugeführt.

III. Frische Luft wird zugeführt und verdorbene Luft wird abgesaugt. Für das Zu- und Abführen sind besondere Vorrichtungen vorhanden.

A. Natürliche Lüftung.

Die natürliche Lüftung ist bis jetzt für die Wagen aller Bahnen ganz allgemein in Anwendung. Nur die amerikanischen Bahnen beginnen allmälig, die künstliche Lüftung einzuführen. Die natürliche Lüftung wird in den kühleren Jahreszeiten durch Schieber erreicht, welche über den Fenstern angebracht sind, oder durch um wagerechte oder senkrechte Achsen drehbare Klappen. Die letzteren (Abb. 1, Taf. LXIV) liegen gewöhnlich im Dachaufsatze, während Schieber meist über den Fenstern der Wagen angeordnet sind. Abb. 2 und 3, Taf. LXIV zeigen die gebräuchliche Anordnung der Schieber. Im Winter wird eine Lüftung bei geschlossenen Fenstern und Türen in höchst mangelhafter Weise nur durch Spalten und sonstige Undichtigkeiten erzielt. Die Lufterneuerung findet bei der natürlichen Lüftung durch das Eindringen der Luft in das Wageninnere statt, wobei die entsprechende Menge Luft aus dem Innern sich irgendwo einen Ausweg sucht. Die in der Richtung des Luftstromes Sitzenden werden unmittelbar getroffen. Die hierdurch unter den Fahrgästen entstehenden Streitigkeiten sind eine unangenehme Beigabe des Reisens auf der Eisenbahn. Aufserdem dringen Sand, Rufs, Flugasche, Kohle und Verbrennungsgase in das Innere des Wagens, wodurch namentlich die Atmungsorgane und Augen geschädigt werden.

B. Die künstliche Lüftung.

Bei der künstlichen Lüftung läfst man die Luft nicht willkürlich strömen, sondern sucht ihrer Bewegung bestimmte Wege anzuweisen.

B. I. Lüftung durch Absaugen der Luft.

Die weitaus gröfste Anzahl aller Entwürfe begnügt sich damit, die Luft abzusaugen, die Ersatzluft mufs dann sehen, wie sie durch Fenster, Türen oder Fugen in den Wagen gelangt. Zum Absaugen kann man zunächst wieder das Fenster benutzen. Dieses ist dann nicht als senkrecht bewegliches Schiebefenster sondern als Drehfenster ausgeführt, welches um eine mittlere senkrechte Achse oder um eine der senkrechten Längskanten drehbar ist. Die Abb. 4 bis 6, Taf. LXIV zeigen ein derartiges Fenster, welches um seine senkrechte Mittelachse drehbar ist, und zwar mittels der Zapfen a. Das Fenster wird zwecks Lüftung des Wagens im Winkel zur Wagenwand eingestellt, und zwar so, dafs der äufsere Luftstrom die Aufsenfläche des Fensters trifft. Der von seiner Richtung abgelenkte Luftstrom wirkt dann saugend auf die Luft im Wagen. Die Feststellung des Fensters erfolgt im vorliegenden Falle durch den Zapfen a, dessen unterhalb des Lagers f liegender Teil im Querschnitte pfeilspitzenförmig gestaltet ist, und zwischen zwei an der Fensterwandung befestigten Blattfedern c und d liegt. In der Mittelstellung des Fensters legt sich die vordere Spitze des Zapfenteiles b in einen Schlitz der Feder d ein, während sich in einer der Gebrauchstellungen des Fensters eine der beiden Kanten des schwalbenschwanzförmigen Endes des Zapfens in einen dem Schlitze der Feder d gegenüberliegenden Schlitz der Feder c einlegt.

Statt das Fenster selbst zur Ablenkung der Luft zu benutzen, können auch neben den Fenstern an den Seitenwänden des Wagens ebene Flächen angebracht werden, welche die Luft so ablenken, dafs sie von den Fenstern fort nach aufsen strömt, ein Verfahren, das auf den nordamerikanischen Bahnen viel angewendet wird, indem man ein schmales an einem Kettchen hängendes Holzblatt an der in der Fahrrichtung vordern Seite des Fensters aufrecht schräg zwischen den Rand des beim Öffnen nach oben geschobenen Fensters und den untern Rahmen einklemmt. Auf diese Weise wird ebenfalls vor den Fenstern eine Luftverdünnung erzeugt, welche die Luft aus dem Wagen absaugt. Diese wohl »Deflektoren« genannten Vorrichtungen bestehen bei minder einfacher Ausbildung als der amerikanischen aus einem verstellbaren Flügel, welcher um seine Mittelachse (Abb. 7 und 8, Taf. LXIV) drehbar ist. Die Drehachse ist in einem aus Wandplatte b, Kopfplatte c und Fufsplatte d bestehenden Rahmen gelagert. Die Wandplatte wird zwischen zwei Fenstern an der Seitenwand des Wagens befestigt. Aufser dem grofsen Flügel a sind noch mit der Wand b durch Gelenke verbundene kleinere Flügel f und g vorhanden, welche ebenfalls je nach der Windrichtung eingestellt werden können, und zwar erfolgt diese Einstellung durch den grofsen Flügel a. Zu diesem Zwecke sind die drei Flügel an mehreren Stellen durch Lenkstangen h verbunden. Je zwei solcher Stangen sind mit dem einen Ende um einen gemeinschaftlichen senkrechten Zapfen drehbar, welcher auf der Innenseite des Flügels a in gleicher Richtung mit der Drehachse angebracht ist. Bei einer Drehung des Flügels a beschreiben daher die Zapfen Kreisbögen. Mit ihrem andern Ende ist dann die eine der Stangen h an dem Flügel f, die andere an dem Flügel g drehbar befestigt. Der Flügel a kann nach zwei Seiten so gedreht werden, dafs er mit der Wagenwand einen Winkel von 45° einschliefst; in dieser Stellung wird er durch eine Sperrvorrichtung festgelegt. Die Längskante des Flügels, welche nahe der Wagenwand liegt, steht von der letzteren ein bestimmtes Mafs ab, sodafs ein Spalt entsteht, durch den die von dem Flügel a aufgefangene Luft hindurchströmen mufs, wenn der Wagen in Richtung des Pfeiles 1 fährt. Mittels der Verbindung der Leitbleche f und g (Abb. 8, Taf. LXIV) mit dem Flügel a durch die Lenker h werden nun die kleinen Flügel stets so eingestellt, dafs das beim Lufteintritte in den trichterartigen Raum liegende an der Wagenwand anliegt, während das an der engsten Stelle des Trichters liegende einen Winkel mit der Wagenwand bildet. Die aus dem Trichter ausströmende

Luft wird daher von diesem Leitbleche so abgelenkt, dafs sie gemäfs Pfeil 2 von dem Wagen fortströmt. Bei geöffnetem Fenster wird die Luft also durch den nach aufsen gerichteten Luftstrom aus dem Wagen mitgerissen.

Damit kein Staub von oben oder unten in die Fenster eindringen kann, erstreckt sich die Vorrichtung nach oben und unten über das Fenster hinaus.

Die zweite Art der Saugvorrichtungen wirken nach Art der Kraftsauger und sind zum Teil den schon lange verwendeten Schornsteinaufsätzen nachgebildet. Die Luft wird durch ein Rohr oder einen Trichter aufgefangen, strömt aus diesem in einen mit dem Wageninnern verbundenen Raum und reifst aus diesem die Luft mit, worauf die Luft aus dem Wagen nachströmt. Eine einfache Vorrichtung dieser Art zeigt Abb. 9, Tafel LXIV.

Auf dem Wagendache ist ein Rohr a gelagert, welches in Gehäuse b eintritt, die mit den einzelnen Abteilen des Wagens in Verbindung stehen. Innerhalb der Gehäuse ist das Rohr entweder ganz geteilt oder mit Schlitzen versehen. Strömt die Luft durch das Rohr, so entsteht durch das Ausströmen aus dem einen Rohrteile in den andern eine Einschnürung des Luftstrahles, welche neben der Ausströmstelle eine Luftverdünnung erzeugt, wodurch die Luft aus dem Gehäuse b mitgerissen wird, und die Luft aus dem Wageninnern nachströmt.

Bei Verwendung von Auffangtrichtern für die Luft werden die Absauger meist drehbar angeordnet und sind gewöhnlich auf dem Dache angebracht. (Abb. 10 und 11, Taf. LXIV.) In ein rohrförmiges Gehäuse b ist ein Trichter a eingesetzt. Das Gehäuse steht sowohl mit der Aufsenluft, als auch mit dem Wageninnern in Verbindung.

Zwecks richtiger Einstellung ist es um eine senkrechte Achse drehbar und mit einer Windfahne versehen.

Zur Regelung der abgesaugten Luftmenge ist unterhalb der Vorrichtung gewöhnlich ein Abschlufsschieber vorhanden, welcher meist als Kreisschieber (Abb. 12 und 13, Taf. LXIV) ausgebildet ist. Zwecks leichter Drehbarkeit der beweglichen Haube wird die Lagerung der Drehachse auch als Kugellager ausgeführt.

Bei einer andern Art dieser Sauger sind für das Absaugen der Luft zwei feststehende Leitungen vorhanden, von denen je nach der Fahrrichtung die eine oder die andere benutzt wird (Abb. 14, Taf. LXIV).

An einem mit dem Wageninnern verbundenen Rohre c sind oben zwei mit den Spitzen gegeneinander gekehrte Trichter a angebracht. Das Rohr c ist durch eine Scheidewand d in zwei Teile geteilt. Auf diese Weise entstehen zwei Verbindungen der Trichterräume mit dem Wageninnern, von denen stets je eine durch eine Drehklappe b selbsttätig geschlossen wird, wenn sich der Wagen in Bewegung befindet. Der Luftstrom legt dann die Klappe b um. Beim Stillstande des Wagens hält das Gegengewicht f die Klappe in der senkrechten Mittelstellung.

Derartige Vorrichtungen werden auch vielfach unter dem Wagen angebracht, meist befinden sie sich jedoch entweder mitten auf dem Dache, oder neben dem Dachaufbaue.

Die Vorrichtungen nach Abb. 14, Taf. LXIV, sind auch schon wirksam, wenn die Drehklappe b fortfällt. Voraussetzung für eine gute Wirksamkeit ist dann, dafs das Rohr c nicht zu grofsen Durchmesser hat, oder dafs die Entfernung der innern Trichterkanten g und h von einander keine zu grofse ist. In Abb. 15 bis 17, Taf. LXIV ist ein nach diesem Grundsatze gebauter Sauger dargestellt. Eigentliche Auffangtrichter für die Luft sind nicht vorhanden, sondern nur schräg nach oben ansteigende Flächen b, welche ungefähr den Mantel einer Viertelkugel darstellen. Die beiden Teile b sind durch einen schmalen Spalt getrennt und schliefsen das Rohr c ein, welches den innerhalb der Teile b vorhandenen Raum mit dem Wageninnern verbindet. Der Luftstrom wird also bei diesen Vorrichtungen so abgelenkt, dafs er, wenn er über die Kante der Aufsenfläche hinwegströmt, die Kante der gegenüberliegenden Fläche nicht trifft. Die aus dem Hohlraume mitgerissene Luft findet daher zwischen dem Luftstrome und der Kante der andern Kugelfläche Platz zum Entweichen. Der Bügel a dient als Regenschutz und begünstigt aufserdem bei richtiger Anbringung die Wirksamkeit der Vorrichtung durch Beugung des Luftstromes.

Die Lüftung durch Schraubenräder ist wieder auf amerikanischen Eisenbahnen vielfach in Gebrauch. Auf einer Drehachse sind Schraubenflügel b befestigt (Abb. 18, Taf. LXIV). Dreht sich die Achse in Richtung des Pfeiles 1, so tritt eine Bewegung der Luft in Richtung des Pfeiles 2 ein. Gewöhnlich erfolgt der Antrieb dieser Räder wieder durch ein unter dem Einflusse des Luftstromes aufserhalb des Wagens stehendes Windrad (Abb. 19 und 20, Taf. LXIV), jedoch kann er auch von der Achse des Wagens aus oder elektrisch erfolgen. Statt vieler kleiner Sauger für die einzelnen Wagen sind auch Anlagen mit einem einzigen, für den ganzen Zug entworfen, der dann durch eine besondere Dampfmaschine angetrieben wird. Führt der Zug einen Heizwagen mit, so können in diesem auch noch der zur Lüftung dienende Sauger nebst Dampfmaschine, sowie gegebenen Falles eine zur Zugbeleuchtung dienende Dynamomaschine untergebracht werden. Derartige Entwürfe dürften noch nicht zur Ausführung gelangt sein.

Die gewöhnliche Anordnung des Windradantriebes zeigen die Abb. 18 bis 22, Taf. LXIV. Bei beiden Ausführungsformen ist auf die Drehachse des Saugrades ein Schaufelrad gesetzt, dessen Schaufeln ähnlich denen eines Wasserrades angeordnet sind. Ein Teil dieses Schaufelrades ist dem Luftzuge ausgesetzt, und es sind Einrichtungen vorhanden, welche bezwecken, den Luftstrom stets so auf das Rad treffen zu lassen, dafs die Drehung des Saugrades bei verschiedener Fahrrichtung dieselbe bleibt. Bei der Bauart nach Abb. 18, Taf. LXIV ist deshalb das Triebrad innerhalb einer um die Drehachse der Vorrichtung drehbaren Kappe d angebracht, welche die Hälfte des Triebrades verdeckt.

Je nach der Fahrrichtung des Zuges (Abb. 19 und 20, Taf. LXIV) werden von der einstellbaren Kappe dann diejenigen Schaufeln c freigegeben, welche dem Luftstrome ihre Höhlung zukehren. Bei richtiger Einstellung der Kappe d mufs der mit ihr verbundene Pfeil 3 im Innern des Wagens in der Fahrrichtung zeigen.

Bei der Bauart nach Abb. 21 und 22, Taf. LXIV sind

zwei Auffangtrichter a vorhanden, welche auf einander gegenüber liegenden Seiten des Schaufelrades b angeordnet sind. Strömt die Luft in einen der beiden Trichter, so dreht sich das Triebrad b stets in demselben Sinne. Dieser Luftabsauger ist noch mit einer Vorrichtung versehen, welche das Saugrad c in Bewegung erhält, wenn der Zug steht. Zu diesem Zwecke ist ein kleines Hülfstriebrad d vorhanden, welches sich bei der Bewegung des Wagens in demselben Sinne dreht, wie das Triebrad b. Auf der Achse des kleinen Rades sitzt eine Schnurrolle, welche die Bewegung des Rades mittels offenen Schnurtriebes auf eine Welle h überträgt, von welcher aus durch Kegelräderübertragung eine Drehfeder k gespannt wird. Auf der Achse m des Hülfsrades sitzt ferner eine Sperrklinke, welche in Zähne eines Sperrades eingreift, das auf einer in der Verlängerung der Welle m liegenden Achse befestigt ist. Durch eine eben solche Sperrvorrichtung sind die Achsen des Schaufelrades b und des Saugrades c mit einander gekuppelt. Die Zähne der beiden Sperräder liegen so, daſs die Welle n nur bei Linksdrehung von m, p dagegen nur bei Rechtsdrehung der Welle o mitgenommen wird. Die Wellen n und p sind auſserdem durch einen gekreuzten Schnurtrieb g mit einander verbunden. Bei fahrendem Zuge wird das Saugrad dadurch getrieben, daſs die Welle p durch die Sperrvorrichtung an der Welle o des Triebrades mitgenommen wird. Zugleich spannt das Hülfsrad d die Feder k und bleibt, wenn die Feder k gespannt ist, stehen, da sich dann der Winddruck auf die Flügel des Rades d und die Kraft der Feder das Gleichgewicht halten. Da sich die Wellen m und n beim Betriebe beider Triebräder umgekehrt drehen, so ratscht die Klinke der Welle m auf dem Sperrade der Welle n. Steht der Zug still, so kommt die Kraft der Feder k zur Geltung und treibt die Welle m umgekehrt wie vorher an, wodurch die Welle n mitgenommen wird. Da die Wellen n und p durch einen gekreuzten Riementrieb verbunden sind, so wird das Saugrad p wieder im richtigen Sinne angetrieben.

Da die Bewegung der Welle p jedoch nur unmittelbar und nicht durch die Welle o erfolgt, so ratscht jetzt die Klinke der Welle o auf dem Sperrade der Welle p. Das schwere Schaufelrad b nimmt daher an der Bewegung des Saugrades nicht teil. Die Menge der abgesaugten Luft kann wieder durch Kreisschieber r mit Schlitzen geregelt werden.

Zu erwähnen ist noch, daſs die Luft durch Öfen oder Lampen abgesaugt werden kann. Im erstern Falle wirkt die Lüftung nur in der kühlern Jahreszeit, im andern Falle nur bei der Dunkelheit. Da die Ofenheizung durch die Dampfheizung verdrängt ist, so kommt die Lüftung durch Öfen für Eisenbahnwagen nicht mehr in Betracht.

B. II) Lüftung durch Zufuhr frischer Luft.

Das Zuführen frischer Luft kann für jeden Wagen besonders oder für den ganzen Zug gemeinsam erfolgen.

Die erstere Anordnung ist die häufigere. Die Vorrichtungen sind meist ähnlich den vorher besprochenen Saugköpfen gebaut, und bestehen entweder aus einem nach der Windrichtung drehbaren Trichter a (Abb. 23, Taf. LXIV), welcher mit einer vom Luftzuge einstellbaren Prallfläche b versehen ist, oder für jede Fahrrichtung ist wieder ein Trichter a angeordnet (Abb. 24, Taf. LXIV) und die Luft wird einer gemeinsamen Rohrleitung c zugeführt, wobei die Verbindung des entsprechenden Trichters mit der Leitung durch einen vom Luftstrome einstellbaren Flügel b hergestellt wird. Auch die Ausführungsformen dieser Vorrichtungen sind, wie die der Saugköpfe sehr mannigfaltig, in der Wirkung unterscheiden sie sich unwesentlich. Bei der Lüftung nach Abb. 23, Taf. LXIV wird die aufgefangene Luft durch Rohrleitungen unter die Sitze des Wagens geleitet. Die Abb. 26 und 27, Taf. LXIV stellen einen Luftfänger dar, der an der Seite des Dachaufsatzes aufgestellt ist. Die Luft wird in einem Kasten a aufgefangen, welcher durch Querwände b und c geteilt ist. Der Kasten hat ferner an den vom Luftstrome getroffenen Seiten drehbare Klappen d und an der am Dachaufsatze anliegenden Rückwand ist eine Öffnung f angebracht, welche vor der Öffnung des Dachfensters g liegt.

Trifft der Luftstrom auf eine der Klappen d, so wird diese aus ihrer senkrechten Stellung nach hinten gedrückt, so daſs sie sich gegen die Wand b legt. Die Luft kann daher nicht unmittelbar durch die Öffnung f in den Wagen einströmen, sondern muſs den Weg zwischen den Wänden b und c nehmen. Die andere Klappe d wird hierbei durch die Luft geschlossen. In Abb. 28, Taf. LXIV ist eine Lüftung dargestellt, bei welcher Luft zugeführt oder abgesaugt oder beides zugleich bewirkt werden kann.

Der Wagen hat ein Doppeldach. Die Luftschicht zwischen a und b hindert zunächst die unmittelbare Strahlung der Wärme in das Innere des Wagens. In der Seitenwand des Wagens sind Öffnungen d angebracht, welche die Luft des Dachraumes mit der Auſsenluft verbinden. Ferner sind im Unterdache über den Fenstern stellbare Klappen c angeordnet. Trifft die Luft auf die Seitenwand des Wagens in Richtung des Pfeiles, so wird beim Öffnen der linken Klappe und Schlieſsen der rechten frische Luft in das Innere des Wagens geführt. Ist die linke Klappe geschlossen und die rechte geöffnet, so wird die Luft abgesaugt. Wird bei geöffneter rechter Klappe auch die linke etwas geöffnet, so kann Luft abgesaugt und zugeführt werden.

Da bei den genannten Vorrichtungen Verunreinigungen der Luft eintreten, so liegt der Gedanke nahe, die Luft an der Spitze des Zuges aufzufangen (Abb. 29 und 30, Taf. LXIV). Auf der Lokomotive ist ein Bläser a aufgestellt, welcher die mittels eines Trichters aufgefangene Luft durch ein Rohr c drückt und von einer Achse aus angetrieben wird. Der Tender und alle Wagen tragen solche Rohre, welche durch Kuppelungen unter einander verbunden werden. Von dem Rohre c jedes Wagens zweigen Rohre f ab, welche schlangenförmig gewunden durch einen Kühlkasten m hindurchgehen, bevor sie in die Wagenabteile eintreten (Abb. 30, Taf. LXIV). An die Rohre f sind zwischen den Fenstern an der Wand befestigte Rohre g angeschlossen, welche an ihren oberen Enden siebartig durchlöcherte Streudüsen h tragen. Über den letzteren sind Prallplatten k angebracht, welche die aus den Düsen ausströmende Luft gleichmäſsig im Wagen verteilen sollen. Der Kühlkasten m wird im Sommer mit Eis gefüllt. Auſserdem

soll nach einem wegen der Verschlechterung des Zuges im Kessel wohl unausführbaren Vorschlage ein Rohr auf den Wagendächern angebracht werden, das ebenfalls aus einzelnen durch Kuppelungen zu verbindenden Teilen besteht. An seinem vordern Ende ist dieses Rohr an den Schornstein der Lokomotive angeschlossen. Der letztere wird durch eine Klappe verschlossen, und die Rauchgase müssen sich durch das Rohr hindurch nach dem hintern Austrittsende des Rohres b begeben. Zur Vermehrung des Zuges zweigt ein Rohr d vom Bläser a in das Rohr b ab und der dem Rohre b zugeführte Luftstrom beschleunigt den Abzug der Rauchgase. Der Bläser a kann auch in einem Wagen hinter dem Tender aufgestellt und auch durch eine besondere Maschine betrieben werden.

B. III) Zufuhr frischer Luft und Absaugen der verbrauchten Luft.

Die Vorrichtungen für Zufuhr frischer und Absaugen der verbrauchten Luft beruhen auf Vereinigung der sonst getrennt gebrauchten Vorrichtungen. Die meisten Entwürfe fügen die Lüftung nicht dem vorhandenen Wagen hinzu, sondern richten die Bauart gleich für die Lüftung ein. Einen derartig gebauten Wagen stellen die Abb. 31 bis 38, Taf. LXIV und LXV dar. Das Dach des Wagens besteht aus drei Teilen, einem mittleren und zwei seitlichen (Abb. 38, Taf. LXV).

Alle drei sind als Doppeldächer ausgeführt, und zwar besteht der mittlere aus dem Oberdache a und dem Unterdache b, welches letztere siebartig durchlöchert ist. Der Hohlraum d zwischen beiden Dächern dient zum Zuführen der frischen Luft. Zum Auffangen ist in die über den Endbühnen befindlichen Dachteile eine besondere Vorrichtung eingebaut. Die Luft strömt nämlich in einen Kasten f (Abb. 34, Taf. LXIV), der mit einem der durch Teilung des ganzen Raumes zwischen den beiden Mitteldächern durch eine Längswand s entstandenen Räume d in Verbindung steht. In diesen Kasten f wird die Luft durch eine Auffangvorrichtung l (Abb. 31, Taf. LXIV) geleitet. Diese besteht aus einem durch eine Querwand in zwei Teile geteilten trichterartigen Gehäuse, welches Abb. 32, Taf. LXIV im Schnitte zeigt. Das untere Ende dieses Gehäuses ist mit dem Kasten f verbunden, während die obere, aus zwei Teilen bestehende Öffnung durch Drahtsiebe geschlossen ist. Zwischen beiden Sieben befindet sich eine erhöhte Leiste t (Abb. 35, Taf. LXV).

Der Kasten f wird mit Wasser gefüllt, welches die groben Verunreingungen des auf seine Oberfläche treffenden und in seiner Richtung abgelenkten Luftstromes festhält. Der sich ansammelnde Schlamm kann durch ein Rohr g (Abb. 34, Taf. LXIV) abgelassen werden. Das Rohr h ist ein Überlauf für die Füllung. Bevor die Luft aus dem Behälter f in die Leitung d gelangt, mufs sie durch Drahtsiebe i und n hindurch. Über dem Drahtsiebe i ist ferner eine Heizschlange k angeordnet, welche von der Rohrleitung r mit Dampf gespeist werden kann. Aufserdem findet im Sommer ein Eistopf q im Behälter Aufstellung. In die Leitung d kann eine Drosselklappe p (Abb. 32, Taf. LXIV) zur Verminderung des Querschnittes bis zur Hälfte des vollen eingebaut werden. Fährt nun der Wagen in der Richtung des Pfeiles (Abb. 32, Taf. LXIV), so nimmt die Luft folgende Wege. Am vordern Ende strömt sie in den Trichter l^2 ein, geht durch die Siebe n und i hindurch, tritt in eine der Kammern d ein und durch die Öffnungen des Unterdaches b hindurch in den Wagen. Am hintern Ende fängt jedoch der Teil l^1 des Trichters unterstützt von der Pralleiste t ebenfalls Luft auf, welche auf dieselbe Weise wie vorher der andern Luftkammer d zugeführt wird und ebenfalls durch das Unterdach in den Wagen tritt. In jedem Falle trifft der aufgefangene Luftstrom beinahe senkrecht auf den Spiegel des Wassers im Behälter f, was die Ausscheidung von Verunreinigungen begünstigt; grobe Beimengungen werden schon durch die Drahtsiebe am obern Ende der Trichter l zurückgehalten. Im Sommer soll sich die Luft an den Eisbehältern q abkühlen, während sie im Winter durch die Heizschlange k hindurchstreichen mufs.

Zum Abführen der Luft aus dem Wagen sind rechts und links neben den Trichtern l liegende Sauger m angebracht, Diese bestehen (Abb. 32, Taf. LXIV) aus einem trichterartigen durch eine Querwand in zwei Teile geteilten Behälter, welcher mit dem Raume c des seitlich liegenden Teiles des Wagendaches in Verbindung steht. Die beiden Trichter m^1 und m^2 sind oben durch Siebe geschlossen und zwischen den letzteren liegt, wie bei den Trichtern l^1 und l^2, eine über die Siebe sich erhebende Prallplatte. Fährt also der Wagen wie vorher in der Richtung des Pfeiles, so fangen am Vorderende des Wagens die Trichter m^1 die Luft auf, während am Hinterende die Trichter m^2 unterstützt von der Prallplatte in Wirksamkeit treten. Beim Austreten der Luft aus den unteren Trichterenden wird die Luft aus den Kammern c gesaugt, und da letztere durch Rohre o mit dem Wageninnern in Verbindung stehen, so strömt Luft aus dem Wagen in die Räume c nach.

C. Nebeneinrichtungen der Lüftung.

C. 1. Reinigung der Luft.

Bei Erläuterung der vorigen Lüftungsanlage sind schon Mittel angegeben worden, die Luft zu reinigen, zu kühlen oder zu erwärmen. Derartige Vorrichtungen sind für die Luftzuführung erforderlich, da sonst die Belästigung der Reisenden durch Verunreigung noch gröfser sein würde, als wenn gar keine künstliche Lüftung vorhanden wäre.

Als einfachstes Mittel, besonders grobe Beimengungen unschädlich zu machen, wird die plötzliche Änderung der Richtung des Luftstromes benutzt. Durch ihr gröfseres Gewicht können die Beimengungen ihre Richtung nicht schnell ändern, sondern bewegen sich in der ursprünglichen Richtung weiter. Sie sondern sich vom Luftstrome ab und fallen nach unten in einen Wasserbehälter, der den Schmutz festhält und von Zeit zu Zeit gereinigt wird. Die Abb. 26 und 27, Taf. LXIV stellen eine solche Luftfangvorrichtung mit Wasserbehälter dar. Die Wirkung dieser Vorrichtungen kann bedeutend erhöht werden, wenn die Luft nach ihrem Austritte aus den Trichtern sich in einem Raume von grofsem Inhalte ausbreiten kann, wenn also die Geschwindigkeit der Luft möglichst gering wird. Das Absetzen der Verunreinigungen wird hierdurch begünstigt.

Als weiteres Mittel zum Reinigen der Luft werden an geeigneten Stellen der Fangvorrichtung Siebe angebracht. Die groben werden vor die Öffnungen der Trichter gesetzt.

Zum vollständigen Entfernen aller Beimengungen, besonders der feineren Staub- und Aschen-Teile genügen jedoch die Siebe nicht, hierfür werden Filter angewendet. Die Luft wird also durch einen Behälter gepresst, welcher mit lose geschichteten, gezupften Schwämmen, Holzkohlenklein oder ähnlichen porigen und nicht faulenden Stoffen gefüllt ist. Eine solche Filteranordnung ist bei der Lüftungsanlage von Pignatelli vorhanden, welche in den Jahren 1886 und 1887 bei 25 Wagen I. Klasse der Orléans-Bahn eingeführt wurde (Abb. 39 bis 42, Taf. LXV). Auf dem Wagendache sind zwei Fangtrichter a an einem durch eine Scheidewand in zwei Teile b geteilten Behälter angebracht.

An diese schliessen sich Behälter c an, welche mit der Filtermasse g gefüllt sind. Die Kasten b und c sind mit Wasser gefüllt und stehen an ihrem freien Ende durch ein gemeinschaftliches Rohr f mit dem Wageninnern in Verbindung. Zwischen den Verbindungsöffnungen der Teile c mit dem Rohre f ist ferner eine wagerecht drehbare Klappe d angebracht, welche den einen Raum c verschliesst, je nachdem der eine oder der andere Trichter Luft auffängt. Die Filtermasse liegt zwischen Sieben. Das Überlaufrohr h begrenzt die Höhe des Wasserspiegels in den Behältern.

Der Zutritt der Luft in den Wagen wird durch einen Schieber geregelt.

Vielfach wird die Luft durch Gewebe gefiltert. Eine derartige Ausführung ist in den Abb. 24 und 25, Taf. LXIV dargestellt. Die von einem der Trichter a aufgefangene Luft steigt durch eine Leitung c in einen Kasten g. In diesem sind Zylinder aus Sackleinwand oder ähnlichem Stoffe aufgehängt, welche nur an ihrem untern Ende offen und mit dem untern Rande an einer Querwand k des Kastens g befestigt sind. Von dem Kasten g führt ein Rohr h über das Wagendach und kurze Rohre i zweigen in die Wagenabteile ab. Die Luft tritt von den Trichtern a in das Rohr c ein, gelangt in den unter der Querwand k befindlichen Teil der Kammer g und strömt dann in das Innere der Stoffzylinder c. Durch deren Wand hindurchgepresst gelangt sie in den obern Teil der Kammer g und von hier aus durch Rohr h in den Wagen. Damit die Filter c gereinigt werden können, sind sie an ihrem obern Ende an einem Seile d aufgehängt, welches über Rollen nach einem an der Stirnwand des Wagens befestigten Winkelhebel führt. Der Arm dieses Hebels, an welchem das Seil befestigt ist, trägt ein Gewicht, wodurch die Filter straff gespannt werden. Wird das Gewicht bei Bewegung des Hebels f nach aussen angehoben, so falten sich die Filter teilweise zusammen; wird der Hebel f dann plötzlich losgelassen, so schnellen die Filter wieder in ihre gestreckte Lage, wodurch die auf der Innenseite der Rohre c sitzenden Verunreinignngen gelöst werden und nach unten in den Kasten g fallen, von wo sie dann entfernt werden.

Eine ähnliche Filtervorrichtung zeigen die Abb. 43 bis 46, Taf. LXV. Zu beiden Seiten des Dachaufsatzes sind Gehäuse A mit stellbaren Fangschaufeln D aufgestellt. In den Lüftungsaufbau ist ein dichter Kasten eingebaut, dessen Querwände durch Rohre aus Filterstoff verbunden sind. Die Luft wird durch die Wandung der Rohre B gepresst, gelangt in den mittlern Kastenteil und von diesem durch Öffnungen in der obern Kastendecke oben in den Lüftungsaufbau, von wo sie im Wagen abwärts sinkt.

Bei dieser Anordnung müssen die die Rohre enthaltenden mittleren Kastenteile von Zeit zu Zeit ausgewechselt werden. Die verstaubten Rohre werden dann ausgebürstet, wobei sie nicht abgenommen zu werden brauchen. Mit einem derartigen Luftfilter wurde ein Wagen III. Klasse der Eisenbahndirektion Hannover vorübergehend ausgerüset und diente im Januar und Februar des Jahres 1896 zu Versuchen, die von Dr. K. Möller in Brackwede ausgeführt wurden*). Auf sie soll im Schlussabschnitte der Besprechung kurz Bezug genommen werden.

An dieser Stelle seien noch die Staubfangvorrichtungen erwähnt, die man auf amerikanischen Eisenbahnen findet. Die Vorrichtung besteht (Abb. 47, Taf. LXV) aus einer in einem Blechgehäuse a aussen vor dem Fenster dicht über der Fensterbank b angeordneten Bürstenwalze c. Das Gehäuse a ist oben offen und durch eine Querwand f in einen obern und einen untern Raum geteilt, welche beide durch einen Spalt zwischen Querwand f und Gehäuse a in Verbindung stehen. Der untere Raum des Gehäuses a ist durch ein Rohr g an eine Absaugevorrichtnng angeschlossen. Strömt die Luft in das Gehäuse a, so sollen die Verunreinigungen in den untern Teil des Gehäuses a fallen, von wo sie abgesaugt werden, während die Luft bei nur wenig angehobenem Fenster d durch die Bürste c hindurch in das Innere des Wagens gelangt.

C. 2. Erwärmung und Kühlung der Luft.

Bei Zuführung frischer Luft ist eine Erwärmung erforderlich, wenn die Lüftung auch in der kalten Jahreszeit aufrecht erhalten werden soll. Zur Erwärmung wird, falls sie nicht an einer Stelle in einem besondern Heizwagen erfolgt, stets die Heizvorrichtung des Wagens benutzt werden. Heizung und Lüftung sind daher zur Erzielung guter Wirkung mit einander zu verbinden und so auszugestalten, dass eine grosse Luftmenge in möglichst kurzer Zeit erwärmt werden kann. Die ganze Anlage muss daher mit dem Wagenkasten zusammen entworfen werden. Die Abb. 48 und 49, Taf. LXV stellen eine mit der Heizung verbundene Lüftungseinrichtung dar, welche bei Wagen der Pennsylvania-Bahn in Betrieb ist. An beiden Stirnseiten des Wagens sind Trichter a angebracht, welche durch Rohre b mit einem Raume c in Verbindung stehen, der durch Anordnung eines doppelten Fussbodens gebildet wird.

Von hier aus gelangt die Luft durch Öffnungen im obern Fussboden zur Heizung des Wagens, welche unter den Sitzen angeordnet ist, und verteilt sich dann im Wagen. Die verbrauchte Luft wird durch Luftsauger entfernt. Die Regelung des Luftzutrittes erfolgt durch Schieber in den Auffangvorrichtungen, welche vom Innern des Wagens aus gestellt werden. Mit dieser Lüftungsvorrichtung sollen die Wagen bei der stärksten Winterkälte genügend warm und bei warmem Wetter gut gelüftet gewesen sein.

*) Organ 1897 S. 33.

Eine mit der Heizung verbundene Lüftung, bei der die zugeführte Wärme in jedem Abteile nach Wunsch der Reisenden geregelt werden kann, ist in Abb. 50 bis 53, Taf. LXV dargestellt.

Unter den Sitzen sind die Heizkörper a in einem Blechkasten b angebracht, welche durch Rohre o und p mit den durchgehenden Leitungen u und v in Verbindung stehen. Neben dem Kasten b ist ein Kasten c befestigt, der mit dem erstern durch eine Öffnung d über die ganze Länge des Kastens in Verbindung steht. Unterhalb dieser Öffnung hat der Kasten c eine weitere Öffnung t, die durch Öffnungen z und w in dem doppelten Boden mit der Aufsenluft verbunden ist. Auch der Kasten b hat noch zwei nebeneinander liegende Öffnungen, von denen die in der untern Wand liegende C ebenfalls durch die Öffnungen w und z mit der Aufsenluft in Verbindung steht, während die andere B sich in der der Öffnung d gegenüber liegenden Wand des Kastens befindet und eine Verbindung des letztern mit dem Wageninnern herstellt. Aufserdem ist die der Öffnung d gegenüber liegende Wand des Kastens c siebartig durchlöchert und so eine Verbindung des Kastens c mit dem Wageninnern hergestellt. An der untern Kante der Öffnung d ist ferner um eine wagerechte Achse drehbar eine Winkelklappe f befestigt, deren einer Schenkel den Kasten c in zwei Räume teilt (Abb. 52, Taf. LXV), wenn der andere Schenkel die Öffnung d verschliefst. Diese Klappe kann durch Hebel s und Stange n von einer im Abteile angeordneten Stellvorrichtung x aus bewegt werden. In den Kasten c ragt unten ferner. eine Welle y hinein, auf die unter der Klappe f ein Daumen g gesetzt ist. Mittels Hebel m ist diese Welle y durch Stange h und Hebel k mit einer Welle verbunden, die einer Klappe i als Drehachse dient. Die Klappe i ist so angeordnet, dafs sie in der einen Endstellung die Öffnung B, in der andern die Öffnung C des Kastens b abschliefst. Der Daumen g steht nun so unter dem Einflusse einer Feder, dafs die Klappe i die den Kasten mit dem Abteilinnern verbindende Öffnung B abschliefst.

Hat die Klappe f die Stellung der Abb. 52, Taf. LXV, so ist der obere Raum des Kastens c von dem untern abgeschlossen, so dafs keine Luft durch die Öffnungen w, z und A in den Wagen gelangen kann.

Klappe i verschliefst zugleich die Öffnung B, so dafs auch hier die Luft im Wagen abgeschlossen ist. Lüftung und Heizung sind daher vollkommen abgestellt. Wird nun durch Verschieben der Stange n die Klappe f nach unten bewegt, so gibt sie die Öffnung d ein wenig frei und durch die Öffnung C kann Luft gegen die Heizkörper a und dann durch die Öffnungen d und A in den Wagen strömen. Zugleich kann jedoch frische Luft, ohne die Heizung zu berühren, durch die Öffnung t an dem untern Schenkel der Klappe f vorbei in den obern Teil des Kastens c und von hier durch die Öffnung A in den Wagen strömen.

Bei weiterm Senken der Klappe f nimmt die Menge der zugeführten kalten und erwärmten Luft zu, bis der untere Schenkel der Klappe f auf den Daumen g trifft und diesen mitnimmt. Dann gibt die Klappe i allmälig die Öffnung B frei und verschliefst die Öffnung C, stellt also eine Verbindung der Luft im Wagen mit dem Heizkasten b her und verringert den Zutritt der frischen Luft zu den Heizkörpern. Es verringert sich also die Lüftung und vermehrt sich die Erwärmung, da die warme Luft aus dem Wagen durch die Heizkörper noch mehr erwärmt wird. Schliefslich kann die Klappe f so weit nach unten gedreht werden, dafs ihr oberer Schenkel den obern Raum des Kastens c vom untern trennt. Der unmittelbare Eintritt der Aufsenluft durch die Öffnungen t und A des Kastens c ist dann abgeschlossen. Auch die Klappe i gibt die Öffnung C nur noch wenig frei, so dafs nur wenig kalte Luft erwärmt zu werden braucht.

Da aber die Öffnung B ganz freigegeben ist, so strömt die Luft aus dem Wagen durch die Heizkörper und die Öffnungen d und A wieder in den Wagen zurück, so dafs hierdurch die gröfste Erwärmung erzielt wird. wovon besonders beim Anheizen der Wagen Gebrauch zu machen ist. Das Einstellen der Klappen geschieht von jedem Abteile aus durch eine Stellvorrichtung x, die einzelnen Abteile sind daher unabhängig von einander. Bevor die frische Luft den Öffnungen w zugeführt wird, was durch eine Auffangvorrichtung am Wagen selbst oder an der Spitze des Zuges geschehen kann, wird sie durch Siebe und Filter von Beimengungen gereinigt.

D. Schlufsbemerkungen.

Wie die vorstehende Beschreibung der Lüftungsvorrichtungen zeigt, kann die Aufgabe auf die verschiedenste Weise gelöst werden. Die Anlage kann einfach und billig oder mehr oder minder umfangreich und teuer sein. Läfst man zunächst die Kostenfrage aufser Betracht, so dürfte ein Vergleich der verschiedenen Vorrichtungen folgendes ergeben.

Die Vorrichtungen, welche nur Luft absaugen, sind in der Anlage am einfachsten; auf ausgiebige Zufuhr frischer und reiner Luft mufs jedoch verzichtet werden.

Drehfenster und Lenkplatten »Deflektoren« werden hierfür ebenso gute Dienste leisten, wie die auf dem Dache oder an der Seitenwand befestigten Saugköpfe. Die Anordnung von Drehfenstern ist nicht zu empfehlen, weil sie die Fensterfläche stören. Die Schraubenräder haben gegenüber den einstellbaren Saugköpfen den Nachteil, dafs sie mehr bewegte Teile besitzen, daher mehr Wartung und Erhaltung bedürfen.

Bei guter Bauart der Saugräder, besonders wenn sie nach Abb. 21, Taf. LXIV in der Art der Blackmann-Sauger gebaut sind, werden auch mit derartigen Vorrichtungen gute Ergebnisse erzielt werden. Die Absauger auch beim Stillstande des Zuges in Betrieb zu erhalten, wenn die Türen der Wagen geöffnet sind, und hierzu wie bei der Vorrichtung nach Abb. 21 und 22, Taf. LXIV umständliche und empfindliche Einrichtungen zu treffen, erscheint überflüssig.

Alle Absaugevorrichtungen haben den Nachteil, dafs die Aufsenluft bei kräftiger Wirkung durch alle Fugen stark in den Wagen strömt, was sich besonders im Winter an den Eckplätzen unangenehm fühlbar macht.

Die Verunreinigungen, besonders feiner Sand, werden daher mehr, als bisher in den Wagen eindringen, auch wenn die Fenster fest verschlossen sind. Im Winter wird ferner eine

ungenügende Erwärmung der Luft stattfinden, so dafs die Lüftung meist abgestellt werden wird.

Die Vorrichtungen zur Zuführung frischer Luft sind verwickelter, als die vorigen, denn es ist nicht genug, die Luft dem Wagen zuzuführen. Da die Behälter, welche die Luft sammeln, entweder auf oder unter den Wagen angebracht werden müssen, so ist eine Absonderung der Beimengungen der Luft nicht zu umgehen. Für die groben Verunreinigungen werden Drahtsiebe verwendet, die feinen Beimengungen werden nur durch Filter zurückgehalten werden können. Hierfür werden die Filter, wie sie bei der Lüftung nach Abb. 24 und 25, Taf. LXIV vorgesehen sind, gute Dienste leisten. Nach Versuchen von Dr. K. Möller*) genügt schon ein Druck von 2 mm Wassersäule, um die Luft selbst durch stark verstaubte Filter zu pressen, sodafs mit derartigen Einrichtungen gut eine fünfzehnmalige Lufterneuerung in der Stunde erreicht werden kann, was selbst für stark besetzte Raucherabteile genügen dürfte.

Bei seinen Versuchen kam Dr. K. Möller zu dem Ergebnisse, dafs die aufgefangene Luft bei geschlossenen Fenstern genügend Druck hatte, den Filterwiderstand zu überwinden, dafs die Reinigung der Filterschläuche ungefähr alle vier Wochen erfolgen mufs, dafs die Lüftung keinen merkbaren Zug im Wagen erzeugt, und dafs Staubablagerungen im Wagen durch den vorhandenen Überdruck im Wagen vermieden werden. Die Aufhängung der Filterschläuche nach Abb. 24 und 25, Taf. LXIV dürfte sich sehr empfehlen, da deren Auswechselung nicht erforderlich ist, das Reinigen oft vorgenommen werden kann und keine besonderen Umstände macht. Die Anordnung der Luftzuführungsleitung nach Abb. 26 und 27, Taf. LXIV, welche eine plötzliche Ablenkung des Luftstromes bewirkt und die Anbringung des Wasserkastens empfiehlt sich in jedem Falle für derartige Lüftungseinrichtungen.

Die Anordnung von Walzenbürsten vor den Fenstern zum Reinigen der Luft bildet dagegen nur einen Notbehelf, da sie doch nur für die wärmere Jahreszeit Zweck haben.

Bei allen diesen Vorrichtungen, besonders aber bei denen, welche die Luft vom Dache aus zugeführt erhalten, ist es schwer zu vermeiden, die Rauchgase aus der Luft zu entfernen, was auch durch Filter nicht gelingt. Aus diesem Grunde ist es am besten, wenn die Luftfänger unter dem Wagenkasten angeordnet werden. Wirksame Abhülfe schafft nur das Auffangen der Luft an der Spitze des Zuges und womöglich noch das Ableiten der Rauchgase an das Ende des Zuges, wie es Abb. 29, Taf. LXIV darstellt. Derartige Anordnungen sind jedoch sehr umständlich, da besonders die Anbringung der Leitungen und ihre Verbindung Schwierigkeiten bereitet. Anlagen dieser Art können auf allgemeine Einführung nicht rechnen.

In jedem Falle wird die Anbringung der Luftfangvorrichtungen an jedem einzelnen Wagen vorzuziehen sein, da sie beispielsweise für elektrisch betriebene Vollbahnzüge am vorteilhaftesten ist und auch dem beim Betriebe von elektrischen Bahnen aufgestellten Grundsatz entspricht, möglichst kleine in sich abgeschlossene Zugeinheiten zu schaffen. Bei elektrischem Betriebe fällt aber die Belästigung durch Rauchgase fort, sodafs kein Grund mehr vorliegt, die Luft an der Spitze des Zuges aufzufangen und durch grofse Rohrleitungen den Wagen zuzuführen. Die Rücksichtnahme auf die vielleicht später einmal vorzunehmende Einführung des elektrischen Betriebes für Stadt-, Vorort- und zum Teil auch für Haupt-Bahnen erscheint daher geboten.

*) Organ 1897, S. 33.

Ein Haupterfordernis bei Zuführung frischer Luft ist deren Erwärmung, und hierin liegt die Hauptschwierigkeit einer ausgiebigen Lüftung im Winter.

Rechnet man, dafs bei guter Lüftung 85 cbm/Std. frischer Luft für den Platz erforderlich sind, so ergibt dies für 60 Plätze in einem Wagen 5100 cbm/Std. Bei den Versuchen auf der Pennsylvania-Bahn stellte es sich jedoch heraus, dafs bei einer solchen Lüftung ausreichende Erwärmung nicht zu erreichen war.

Man begnügte sich daher mit 1700 cbm/Std. und erreichte dabei gute Erwärmung. Bezüglich der Lufterneuerung wird man daher nicht zu hohe Anforderungen stellen dürfen; gute Erwärmung der sonst für erforderlich gehaltenen Luftmenge wird sich zumal bei strenger Kälte nicht erzielen lassen, da die Dampfentnahme aus dem Kessel zu grofs wird. Welche Anordnung nun hier am besten ist, läfst sich nur durch Versuche entscheiden.

Hier spielt vor allen Dingen die Kostenfrage eine führende Rolle. Die ganze Anordnung der Lüftungsanlage nach Abb. 31 bis 38, Taf. LXIV und LXV besticht sehr durch ihre Zweckmäfsigkeit, ist aber teuer. Aus diesem Grunde wird man auch von der Abkühlung der Luft durch Eisbehälter, wie sie bei dieser Anlage vorgeschlagen ist, absehen, da schon das Auswechseln der Eisbehälter umständlich und zeitraubend ist. Will man die zu grofse Erhitzung der Luft im Wagen vermeiden, so empfiehlt es sich, das Dach des Wagens doppelt auszuführen und den dadurch geschaffenen Raum im Sommer an den Stirnwänden offen zu lassen, im Winter jedoch zu schliefsen. Derartige Doppeldächer sind für Tropenwagen in Gebrauch und sollten allgemein eingeführt werden. Welche Rolle übrigens die Kostenfrage bei diesen Anlagen spielt, ist beispielsweise bei der Banart nach Abb. 43 bis 46, Taf. LXV zu erkennen. Die Kosten für zwei Luftfänger und zwei Filter für ein Abteil betragen ohne den der Reinigung wegen zu haltenden Vorrat 470 M., und der Erfinder berechnet die täglich für einen Durchgangszug mit 40 Abteilen entstehenden Kosten für Reinigung, Verzinsung, Abschreibung und Betrieb zu 9,20 M.

Die Entscheidung, welche Art der Lüftung zu verwenden ist, ist schwierig; jedenfalls werden die Anlage- und Betriebskosten, wenn eine einigermafsen gute Luftzuführung und Erwärmung der Luft erreicht werden soll, bedeutende, und durch Versuche würde festzustellen sein, in welchem Mafse es überhaupt möglich sein wird, die berechtigten Wünsche nach einer guten Lüftung zu erfüllen.

Es wäre jedoch immerhin wünschenswert, wenn die Wagen, abgesehen davon, ob nun eine bessere Art der Lüftung, als bisher in Aussicht genommen wird oder nicht, wenigstens mit Doppeldächern (Abb. 28, Taf. LXIV) versehen würden. Die Luftschicht hält im Sommer die strahlende Wärme des Daches ab und schützt im Winter gegen die Kälte. Die allgemeine Einführung dieser Dächer wird daher wesentlich dazu beitragen, den Aufenthalt in einem Eisenbahnwagen weniger unangenehm zu gestalten. Die Kostenfrage sollte in diesem Falle keine Rolle spielen, denn der Mehrpreis eines Doppeldaches gegenüber dem einfachen ist gegen den Preis des ganzen Wagens unbedeutend.

SCHIENENSTOSS

AUF

ZWEI SCHWELLEN.

VON

A. Wasiutyński,
Direktions-Ingenieur der Warschau-Wiener Eisenbahn, Professor an dem polytechnischen Institut zu Warschau.

Mit Zeichnungen Abb. 1a bis 4 auf Tafel LXVI und Abb. 17 bis 30 auf Tafel LXVII.

ERGÄNZUNGSHEFT ZUM ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS, JAHRGANG 1905.

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1905.

Schienenstofs auf zwei Schwellen.

Von **A. Wasiutyński**, Direktions-Ingenieur der Warschau-Wiener Eisenbahn, Professor an dem polytechnischen Institut zu Warschau.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1a bis 4 auf Tafel LXVI und Abb. 17 bis 30 auf Tafel LXVII.

In meinem Aufsatze »Beobachtungen über die elastischen Formänderungen des Eisenbahngleises«*) habe ich die Gründe dargelegt, weshalb ein Schienenstofs, der durch zwei aneinandergerückte Schwellen gestützt ist, einem auf einer Schwelle ruhenden vorzuziehen ist. An demselben Orte habe ich auch die Ergebnisse der Beobachtungen über die elastischen Senkungen solcher Schwellen angeführt.

Die günstigen Ergebnisse dieser Beobachtungen haben die Bauverwaltung der Warschau-Kalischer Linie, welche als Zweigbahn der Waschau-Wiener Eisenbahn im Jahre 1902 vollendet wurde, veranlafst, den auf zwei Schwellen ruhenden Stofs als Regel für den Oberbau der Neubau-Strecke anzuwenden.

Der von mir im Jahre 1900 entworfene und im Jahre 1902 auf der ganzen 251 km langen Strecke der Warschau-Kalischer Eisenbahn verlegte Oberbau ist in Abb. 17 bis 21, Taf. LXVII dargestellt.

Die 32 kg/m schweren und 15 m langen Schienen ruhen auf 20 Schwellen, deren Mittenteilung in der Mitte der Schiene 810 mm, im vorletzten Felde 712,5 mm und am Stofse 275 mm beträgt.

Zwischen den beiden Stofsschwellen ist rechnungsmäfsig ein Zwischenraum von 30 mm freigelassen, um etwaige Abweichungen in der Gestalt der Schwellen unterbringen zu können.

Die Schienen ruhen auf keilförmigen Unterlegplatten und sind auf den Stofsschwellen bis 57 mm von ihren Enden unterstützt. Zur Befestigung der Schienen dienen Hakennägel.

Die Unterlegplatten greifen in Ausschnitte der Doppelwinkellaschen, um das Wandern der Schienen zu verhindern. Die Laschen mit vier Bolzen sind nur 540 mm lang und 8 kg schwer.

Die Bettung besteht fast auf der ganzen Strecke aus grobkörnigem Grubensande.

Die Verlegung der 15 m langen Schienen hat keine Schwierigkeiten verursacht, es wurde im Gegenteile bemerkt, dafs die Arbeit viel rascher, als bei kurzen Schienen und vielen Stöfsen vor sich geht. Gute Unterstopfung der Zwillings-Stofsschwellen konnte ohne Anstand erzielt werden, und die Bahnmeister und Arbeiter haben sich die nötige Übung für diese Arbeit rasch angeeignet.

Dieser Oberbau ist nun ungefähr drei Jahre im Dienst und hat sich während dieser Zeit ganz gut bewährt.

Ein Kippen der Stofsschwellen nach innen, das Herr Eisenbahn-Direktor Schubert bei einseitigem Stopfen befürchtet**), ist nur ausnahmsweise bemerkt worden.

Die Stofsschwellen liegen überhaupt fest und das Nachstopfen ist nicht viel öfter nötig, als bei den übrigen Schwellen.

*) Ergänzungsheft zum Organ 1899, S. 323.

**) Eisenbahntechnik der Gegenwart, III, 1. Die Unterhaltung der Eisenbahnen, S. 70. Wiesbaden, C. W. Kreidel.

Zwar verkehren bis jetzt auf der Warschau-Kalischer Linie in jeder Richtung nur zwei Personenzüge mit einer Grundgeschwindigkeit von 53 km/Std., ein gemischter und ein Güterzug mit einer Grundgeschwindigkeit von 32 km/Std. Doch ist bemerkenswert, dafs der Gang der Wagen, auch im Frühjahre vor Beginn der Bahnerhaltungsarbeiten, stets sehr sanft und ruhig war.

Im Herbste 1904 habe ich auf einigen Hektometern Messungen vorgenommen, um lotrechte Längenschnitte der Lauffläche der Schienen am Stofse festzustellen. Die Abweichungen von der geraden Linie wurden mit Hülfe eines geprüften stählernen Richtscheites und eines keilförmigen Mafsstabes ermittelt, welcher die Ablesung von 0,1 mm sicher erlaubte.

Nach diesen Messungen hat die Lauffläche am Schienenstofse die aus den kennzeichnenden Abb. 1abc, Taf. LXVI ersichtliche Gestalt.

Zum Vergleiche ist die Lauffläche einiger schwebenden Schienenstöfse der Hauptstrecke Warschau-Granica der Warschau-Wiener Eisenbahn in den Abb. 2abc und 3abc, Taf. LXVI angegeben.

Die Aufnahmen, Abb. 2abc, Taf. LXVI, gehören zu einem im Jahre 1897 verlegten Oberbaue mit 31,45 kg/m schweren Schienen, die der Abb. 3abc, Taf. LXVI zu einem im Jahre 1896 verlegten mit 38 kg/m schweren Schienen.

Beide Oberbauarten*) waren länger und mit gröfserer Bruttolast beansprucht, als ihre Nachbaren auf der Kalischer Linie. Da es aber wohl bekannt sein wird, wie schwierig die Beseitigung schon eingetretener Durchbiegungen im Betriebe ist, da sie sich auch bei sorgfältigster Unterstopfung fast immer nur vergröfsern, so scheint es mir erlaubt, aus den angeführten Abbildungen den Schlufs zu ziehen, dafs die Schienenenden, wenn sie auf zwei an einander gerückten Schwellen ruhen, viel besser unterstützt sind, als wenn zwischen den Stofsschwellen der zum Unterstopfen jeder dieser Schwellen von innen nötige Zwischenraum freigelassen wird.

Die Unterstützung ist wohl im ersten Falle eine zu kräftige, was der Gewohnheit der Bahnarbeiter, die Stofsschwellen fester, als die übrigen zu unterstopfen, zuzuschreiben ist.

Diesem Übel ist aber durch gleichmäfsige Unterstopfung aller Schwellen leichter abzuhelfen, als dem Setzen der Schwellen, die nahe am schwebenden Stofse liegen, welche, wie ersichtlich, dem Eindrücken in die Bettung auch bei viel kräftigeren Schienen und bester Verlaschung wegen ungenügender Stützenfläche am Schienenende nicht zu widerstehen vermögen.

Bei der beschriebenen Messungsart bleibt es unaufgeklärt, ob nicht eine ungleichmäfsige Abnutzung der Lauffläche deren Abweichung von der Geraden beeinflufst hat. Diese Abnutzung

*) Organ 1899. Ergänzungsheft, Taf. XXXIX, Abb. 13 und 14.

war zwar nicht gerade ausgeschlossen, mufste aber während des kurzen Zeitabschnittes im Vergleiche zur Durchbiegung eine sehr geringe sein. Genaue Messungen einiger Laschen haben auch deutlich bewiesen, dafs die Laschen in den Stöfsen auf zwei Schwellen wie die Schienenenden, nach oben gebogen sind (Abb. 4, Taf. LXVI).

Das günstige Verhalten des Oberbaues der Warschau-Kalischer Linie hat die Verwaltung der Warschau-Wiener Eisenbahn angeregt, den Stofs auf zwei Schwellen auch auf der Hauptlinie Warschau-Granica für 38,5 kg/m schwere Schienen des seit 1903 vorgeschriebenen russischen Querschnittes auf zwei Strecken mit einer Länge von etwa 7 km versuchsweise anzuwenden und zwar in zweifacher Anordnung:

a) mit Doppelwinkellaschen, welche auch dem Wandern der Schienen entgegen wirken (Abb. 28 bis 30, Taf. LXVII), und
b) mit Winkellaschen (Abb. 22 bis 27, Taf. LXVII), bei deren Anwendung das Wandern der Schiene durch besondere Winkeleisen verhindert wird, die zu je drei Paaren auf den drei mittleren Schwellen jeder Schiene angebracht werden.

Diese Versuche werden nach einiger Zeit erlauben, über den Wert des Stofses auf zwei Schwellen ein noch sichereres Urteil auszusprechen.

VERSUCHE

MIT

KUHN'SCHER STEUERUNGSEINRICHTUNG

AN

LOKOMOTIVEN.

VON

van HEYS,
REGIERUNGSBAUMEISTER IN FRIEDENAU.

Mit Schaulinien Abb. 1 bis 16 auf Tafel LXVII.

ERGÄNZUNGSHEFT ZUM ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS, JAHRGANG 1905.

Wiesbaden.
C. W. Kreidel's Verlag.
1905.

Versuche mit Kuhn'scher Steuerungseinrichtung an Lokomotiven.

Von **van Heys**, Regierungsbaumeister in Friedenau.

Hierzu Schaulinien Abb. 1 bis 16 auf Tafel LXVII.

Der im August 1903 verstorbene Oberingenieur Kuhn der Lokomotiv-Bauanstalt Henschel und Sohn in Cassel hat im Jahre 1900 eine Steuerungseinrichtung für Verbundlokomotiven*) entworfen, um deren Dampfverteilung zu verbessern.

Mit der Einrichtung wurde im Jahre 1901 eine 4/4 gekuppelte Güterzug-Verbundlokomotive ausgerüstet und eingehend untersucht. Vom Eisenbahn-Bauinspektor Brosius wurde eine Reihe von Versuchsfahrten auf der Strecke Soest-Altenbeken mit dieser und einer sonst gleichen Lokomotive ausgeführt, deren Ergebnisse anderweit veröffentlicht sind.**)

Diese guten Erfolge veranlafsten die preufsische Staatsbahnverwaltung zur Beschaffung weiterer fünf 2/4 gekuppelten Personenzug-Verbundlokomotiven mit dieser Einrichtung. Diese fünf Lokomotiven wurden gleichzeitig mit fünf in allen anderen Teilen gleichen Lokomotiven der Eisenbahndirektion Cassel zur Prüfung überwiesen. Nachdem sie sich gut »eingelaufen« hatten, wurden vier von ihnen zu Versuchsfahrten ausgewählt. Zwei von diesen und zwar Nr. 221 und 224 mit Heusinger-Steuerung Nr. 227 und 228 mit der Kuhnschen Vorrichtung. Die Hauptabmessungen dieser Lokomotiven sind die folgenden:

Durchmesser der Trieb- und Kuppelräder .	1750 mm
« der Zylinder 460 und . . .	680 «
« Kolbenhub	600 «
Heizfläche	117,91 qm
Rostfläche	2,30 «
Gewicht, dienstfähig	51 050 kg
Leergewicht des Tenders	15 850 «
Gewicht des Tenders, gefüllt	32 850 «
Dienstgewicht von Lokomotive mit Tender ..	80 000 «

Für die Versuchsfahrten wurde die Strecke Cassel-Marburg gewählt und mit jeder der vier Lokomotiven an je 6 auf einander folgenden Tagen ein Schnellzug von Cassel nach Marburg und ein Durchgangszug von Marburg nach Cassel nach dem folgenden Fahrplane befördert:

Hinfahrt		Entfernung km	Stationen	Rückfahrt	
9^{40} Vorm. ↓	ab	0,0	Cassel	an	↑ 4^{14} Nachm.
9^{46} „	an	3,6	Wilhelmshöhe	ab	4^{07} „
9^{47} „	ab	—	„	an	4^{06} „
—	—	13,7	Guntershausen	ab	3^{54} „
—	—	—	„	an	3^{53} „
10^{17} „	an	33,9	Wabern	ab	—
10^{18} „	ab	—	„	an	—
10^{45} „	an	50,7	Treysa	ab	3^{10} „
10^{46} „	ab	—	„	an	3^{09} „
11^{13} „	an	89,2	Kirchhain	ab	—
11^{14} „ ↓	ab	—	„	an	—
11^{29} „	an	104,3	Marburg	ab	↑ 2^{24} „

*) Organ 1902, S. 178.

**) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1902, Juli, S. 1108.

Vor Beginn der Versuchsfahrten wurden die Lokomotiven in der Werkstätte einer eingehenden Untersuchung unterzogen und festgestellt, dafs sie in vorzüglichem Zustande waren. Dann wurden für die Versuche folgende Einrichtungen angebracht:

1. zu beiden Seiten über jedem Zylinder die Rohranschlüsse zum Anbringen je eines Schaulinien-Zeichners,
2. von jedem Schieberkasten aus ein Rohr zu je einem Spannungszeiger auf dem Führerstande zum Messen der Dampfspannung im Schieberkasten,
3. ein Rohr vom Verbinder zu einem Spannungszeiger auf dem Führerstande zum Messen der Verbinderspannung,
4. ein Rohr von der Rauchkammer zu einem Spannungsmesser auf dem Führerstande,
5. ein Rohr von der Rauchkammer zur Orsat-Vorrichtung auf dem Führerstande zur Untersuchung der Rauchkammergase,
6. ein Wärme-Anzeiger, der bis zur Mitte der Rauchkammer reichte, zum Messen der Wärme in der Rauchkammer.

Zur Feststellung des Wasserverbrauches während der Fahrt wurde an den vier Ecken des zu allen Fahrten benutzten Tenders je ein von unten bis oben reichendes Wasserstandsglas angebracht, welches Teilung von 100 l trug. Das Kesselwasserstandsglas wurde gleichfalls mit einer Teilung versehen.

Die Geschwindigkeiten beim Aufnehmen der Spannungsschaulinien wurden mit Stechuhren in Abständen von 200 m gemessen.

Zur Feuerung wurden während der Versuchsfahrten nur Prefskohlen der Zeche »Schürbank« verwendet, die je ein Gewicht von 3 kg haben. Diese Prefskohlen verdampfen nach genauen Untersuchungen der kaiserlichen Werft zu Wilhelmshaven mehr als 9 kg/qm Wasser von 0° C. Hiernach sind die bei den Fahrten vor dem Schnellzuge von Cassel nach Marburg erhaltenen Verdampfungsziffern von 1 : 7,95, 1 : 8,825, 1 : 8,65 und 1 : 9,31 als richtig zu betrachten, während bei den Fahrten von Marburg nach Cassel die Annahme gerechtfertigt erscheint, dafs bei den hohen Füllungen von 40 und 50 % des Kolbenhubes, mit denen in Steigungen von 1 : 100 auf längere Strecken gefahren werden mufste, eine beträchtliche Menge Wasser mitgerissen wurde, sodafs die Verdampfungsziffern 1 : 12,37, 1 : 11,4, 1 : 11,3 und 1 : 10,02 nicht einwandfrei sind. Auch ist anzunehmen, dafs die Dampfheizung mehr oder weniger Wasser mitgerissen hat, woraus der hohe Wasserverbrauch bei den Fahrten von Marburg nach Cassel zu erklären ist.

In den Zusammenstellungen I bis V sind die Leistungen der Lokomotiven vor den einzelnen Zügen an jedem Versuchstage aufgeführt, der ermittelte Kohlen- und Wasserverbrauch für jede Fahrt ist eingetragen und daraus der Verbrauch für 100 t.km berechnet. Weiter enthalten die Zusammenstellungen die oben erwähnten Verdampfungsziffern.

Zusammenstellung I.

Kohlen- und Wasserverbrauch sowie Verdampfung der 2/4 gekuppelten Personenzuglokomotive 221 mit alter Heusinger-Steuerung.

Tag 1902	Strecke	Länge km	Zug Nr.	Zuggewicht mit Lokomotive und Tender kg	Fahrleistung tkm	Kohlenverbrauch kg	Wasserverbrauch l	Zug Nr.	Zuggewicht mit Lokomotive und Tender kg	Fahrleistung tkm	Kohlenverbrauch kg	Wasserverbrauch l	Ganzer Kohlenverbrauch an 1 Tage kg	Ganzer Wasserverbrauch an 1 Tage l	Wetter
18.IX.	Cassel nach Marburg mit Schnellzug 78 und zurück mit Zug D 73	104,3	Schnellzug 78	270250	28187.0750	836	6963	D 73	300330	31324.4190	676	6350	1512	13313	gut, wenig Wind und wenig Regen
19.IX.		„	„	269620	28121.3660	975	6925	„	302080	31506.9440	675	5625	1650	12550	schön, trocken, windstill
20.IX.		„	„	272370	28408.1910	855	7032	„	313440	32691.7920	570	6142	1425	13174	„ „ „
24.IX.		„	„	271180	28284.0740	825	6625	„	309230	32252.6890	600	6360	1425	12985	„ „ „
25.IX.		„	„	253130	26401.4590	780	6450	„	300840	31377.6120	630	6570	1410	13020	„ „ „
26.IX.		„	„	266900	27837.6700	825	6560	„	317660	33131.9380	630	6875	1455	13435	„ „ „
Zusammen . .				1603450	167239.8350	5096	40555		1843580	192285.3940	3781	37922	8877	78477	
Zur Beförderung von 100 tkm mit Lokomotive und Tender . .						3,05	24,95				1,966	19,72	2,47	21,8	
„ „ „ 100 tkm ohne „ „ „ . . .						4,35	34,60				2,66	26,70	3,505	30,65	
Verdampfung . .						1 : 7,95					1 : 10,02		1 : 8,825		

Lokomotive 224 mit alter Heusinger-Steuerung.

Tag 1902	Strecke	Länge km	Zug Nr.	Zuggewicht mit Lokomotive und Tender kg	Fahrleistung tkm	Kohlenverbrauch kg	Wasserverbrauch l	Zug Nr.	Zuggewicht mit Lokomotive und Tender kg	Fahrleistung tkm	Kohlenverbrauch kg	Wasserverbrauch l	Ganzer Kohlenverbrauch an 1 Tage kg	Ganzer Wasserverbrauch an 1 Tage l	Wetter
20. X.	Cassel nach Marburg mit Schnellzug 78 und zurück mit Zug D 73	104,3	Schnellzug 78	275040	28696.6720	825	7575	D 73	302210	31520.5030	600	6700	1425	14275	schön, trocken, windstill
21. X.		„	„	269150	28072.3450	780	6780	„	301150	31409.9450	600	6763	1380	13543	„ „ „
22. X.		„	„	266350	27780.3050	825	7250	„	298390	31122.0770	570	6534	1395	13784	schön, trocken, leichter Wind
23. X.		„	„	282860	29502.2980	825	7025	„	294890	30757.0270	570	6350	2395	13375	schön, trocken, windstill
24. X.		„	„	260470	27167.0210	825	6940	„	302050	31503.8150	525	6000	1350	12940	„ „ „
25. X.		„	„	265170	27657.2310	750	7100	„	296760	30952.0680	525	6280	1275	13380	starker Nebel
Zusammen . .				1619040	168865.8720	4830	42670		1795450	187265.4350	3390	38627	8220	81297	
Ab für Dampfheizung . .						384,3	3397				179,4	2017	563,7	5414	
						4445,7	39273				3210,6	36610	7656,3	75883	
Zur Beförderung von 100 tkm mit Lokomotive und Tender . .						2,64	23,3				1,716	19,6	2,15	21,25	
„ „ „ 100 „ ohne „ „ „ . . .						3,74	33,0				2,47	26,0	3,105	29,5	
„ „ „ 100 „ mit Heizung						2,86	25,28				1,81	20,65	2,305	22,8	
Verdampfung . .						1 : 8,825					1 : 11,4		1 : 9,95		

Zusammenstellung II.

Kohlen- und Wasserverbrauch sowie Verdampfung der 2/4 gekuppelten Personenzuglokomotive 227 mit Kuhn-Steuerung.

Tag 1902	Strecke	Länge km	Zug Nr.	Zuggewicht mit Lokomotive und Tender kg	Fahrleistung tkm	Kohlenverbrauch kg	Wasserverbrauch l	Zug Nr.	Zuggewicht mit Lokomotive und Tender kg	Fahrleistung tkm	Kohlenverbrauch kg	Wasserverbrauch l	Ganzer Kohlenverbrauch an 1 Tage kg	Ganzer Wasserverbrauch an 1 Tage l	Wetter
3. X	Cassel nach Marburg mit Schnellzug 78 und zurück mit Zug D 73	104,3	Schnellzug 78	266790	27826.1970	900	7013	D 73	291980	30453.5140	630	6569	1530	13582	schön, trocken, windstill
4. X.		„	„	270420	28204.8060	870	7170	„	306560	31975.2510	675	7030	1545	15200	bedeckt, trocken, windstill
6. X.		„	„	245710	25627.5530	750	6252	„	307060	32026.3580	600	6515	1350	12767	bedeckt, trocken, windstill
7. X.		„	„	275500	28734.6500	825	8015	„	287980	30036.3140	525	6550	1350	14565	schön, trocken, windstill
8. X.		„	„	267550	27905.4650	825	7312	„	307600	32082.6800	600	7050	1425	14362	—
9. X.		„	„	276220	28809.7460	750	6850	„	292430	30500.4490	525	6713	1300	13563	schön, trocken
Zusammen . .				1602190	167107.4170	4920	42612		1793620	187074.5660	3580	40427	8500	83039	
Ab für Dampfheizung . .						483	4175				229,0	2587	712,0	6762	
						4437	38437				3351,0	37840	7788,0	76277	
Für Beförderung von 100 tkm mit Lokomotive und Tender . .						2,65	23				1,79	20,2	2,20	21,5	
„ „ „ 100 „ ohne „ „ „ . . .						3,89	32,8				2,640	29,8	3,190	31,3	
„ „ „ 100 „ mit Heizung						2,95	25,5				1,91	21,6	2,4	2345	
Verdampfung . .						1 : 8,65					1 : 11,3		1 : 9,77		

Lokomotive 228 mit Kuhn-Steuerung.

Tag 1902	Strecke	Länge km	Zug Nr.	Zuggewicht mit Lokomotive und Tender kg	Fahrleistung tkm	Kohlenverbrauch kg	Wasserverbrauch l	Zug Nr.	Zuggewicht mit Lokomotive und Tender kg	Fahrleistung tkm	Kohlenverbrauch kg	Wasserverbrauch l	Ganzer Kohlenverbrauch an 1 Tage kg	Ganzer Wasserverbrauch an 1 Tage l	Wetter
7.XI.	Cassel nach Marburg mit Schnellzug 78 und zurück mit Zug D 73	104,3	Schnellzug 78	273640	28540.6520	750	7183	D 73	262770	27406.9110	525	5850	1275	13033	schön, trocken, windstill
8.XI.		„	„	282630	29478.3090	780	7527	„	300790	31327.3970	555	7375	1335	14902	„ „ „
11.XI.		„	„	268780	28033.7540	750	7015	„	303770	31683.2110	540	6985	1290	14000	„ „ „
12.XI.		„	„	270020	28163.0860	750	6520	„	295880	30860.2840	570	6900	1320	13420	„ „ „
17.XI.		„	„	262160	27343.2880	750	6825	„	—	—	—	—	750	6825	kalt, trocken, windstill
18 XI.		„	„	253370	26426.4910	780	7430	„	321430	33525.1490	705	8744	1485	16174	kalt, starker NO.-Wind
Zusammen . .				1610600	167985.8500	4560	42500		1484640	154847.9520	2895	35854	7455	78354	
Ab für Dampfheizung . .						524,0	4882				396	4506	920	9388	
						3936,0	37618				2499	31348	6535	68966	
Für Beförderung von 100 tkm mit Lokomotive und Tender . .						2.342	22,2				1,615	20,22	2,02	21,3	
„ „ „ 100 „ ohne „ „ „ . .						3,34	31,92				2,21	27,7	2,828	28,85	
„ „ „ 100 „ mit Heizung						2,72	25,3				1,872	23,18	2,31	24,24	
Verdampfung . .						1 : 9,31					1 : 12,37		1 : 10,52		

Die Berechnung des Kohlen- und Wasserverbrauches für die Fahrten nach dem 1. Oktober wurde insofern erschwert, als die Züge zum Teil geheizt werden mufsten. Der auf die Dampfheizung entfallende Teil des Kohlen- und Wasserverbrauches mufste daher von dem ganzen Verbrauche abgezogen werden. Zur Bestimmung dieses Betrages, der nach Angaben der Lokomotivführer, die diese beiden Züge seit Jahren gefahren haben, ungefähr 1000 bis 1200 l Wasser betragen soll und sich auch nach den Bestimmungen zur Berechnung der Kohlenersparnis-Belohnung mit dieser Höhe ergibt, wurde auf dem Bahnhofe Cassel aus den Bereitschaftswagen ein Zug von derselben Zusammenstellung gebildet, wie sie der Schnellzug von Cassel nach Marburg durchschnittlich hat und der Wasserverbrauch der Dampfheizung während der Zeit von 109 Minuten, die der Fahrzeit Cassel—Marburg entspricht, gemessen, nachdem der Zug gut vorgeheizt war; der Wasserverbrauch betrug 550 l. Auf der Fahrt wird mehr Wasser für die Dampfheizung verbraucht, weil durch das Vorbeistreichen kalter Luft besonders an den Fenstern mehr Wärme abgeleitet wird, als beim Stillstande des Zuges. Aus diesem Grunde wurden vier neue Versuchsfahrten zur Bestimmung des Dampfverbrauches der Dampfheizung mit einem Dampfheizwagen in Personenzügen unternommen. Des kurzen Achsstandes wegen war die Einstellung des Wagens in Schnellzüge unstatthaft. Diese Versuche ergaben einen Wasserverbrauch von 1,62 l bei 2 at Spannung in der Dampfleitung am Kessel gemessen für 100 cbm Min. zu heizenden Raumes bei — 3° C. Aufsenwärme und von 1,3 l Wasser bei 1,5 at Spannung bei 0 bis — 3° C. Aufsenwärme. Mit diesen Zahlen wurde der Wasserverbrauch der Dampfheizung nach den Aufzeichnungen während der Versuchsfahrten berechnet und in die Zusammenstellungen I und II eingetragen. Für einen Zug von der Zusammensetzung des Schnellzuges Cassel—Marburg beträgt er rund 1175 l.

Wenn diese Zahlen auch schon deshalb nicht ganz einwandfrei sind, weil sie aus dem Dampfverbrauche der Heizung eines Personenzuges berechnet und auf einen Schnellzug übertragen sind, so können sie hier doch als ziemlich richtig angesehen werden, da es sich um Vergleichsversuche handelt und die geringen Fehler auf beiden Seiten auftreten.

Am günstigsten verhielt sich bei den Versuchsfahrten die Lokomotive 228 mit Kuhnscher Steuerung. Gegenüber den Lokomotiven 221 und 224 hatten die Lokomotiven 227 und 228 mit Kuhnscher Steuerung die folgenden Ersparnisse:

Zusammenstellung III.

	Lokomotive 227 gegenüber				Lokomotive 228 gegenüber			
	Lokomotive 221		Lokomotive 224		Lokomotive 221		Lokomotive 224	
	Cassel-Marburg	Marburg-Cassel	Cassel-Marburg	Marburg-Cassel	Cassel-Marburg	Marburg-Cassel	Cassel-Marburg	Marburg-Cassel
Kohlen-Ersparnis	14,85 %	12,8 %	0,42 %	— 4,18 %	29,5 %	26,25 %	12,9 %	7,13 %
Wasser-Ersparnis	5,5 %	0,26 %	2,08 %	— 3,25 %	7,8 %	0,81 %	4,3 %	– [illegible],6 %

Streicht man die letzte Fahrt am 18. November mit Lok. 228 vor dem Durchgangszuge von Marburg nach Cassel bei sehr scharfem Nordostwinde und starker Kälte von — 17° C. aus der Versuchsreihe, so gestaltet sich das Verhältnis noch günstiger für die Kuhnsche Steuerung.

Dafs gleich günstige Ergebnisse mit der Lokomotive 227 nicht erreicht wurden, hat darin seinen Grund, dafs ihre Steuerung nicht richtig eingestellt war. Dieser Fehler wurde aus den Schaulinien nach der ersten Fahrt an der grofsen Schleife zwischen Verdichtungs- und Einströmungslinie erkannt. Durch allmäliges Verstellen des Schiebers wurde dieser Fehler nach 3 Fahrten auf ein geringes Mafs vermindert, und wie sich aus den Schaulinien Abb. 10 bis 12, Taf. LXVII ergibt, eine ziemlich günstige Dampfverteilung erzielt. Rechnet man daher die ersten drei Tage der Versuche nicht mit, so ergibt sich auch für diese Lokomotive eine beträchtliche Ersparnis an Kohlen und Wasser gegenüber den Lokomotiven mit gewöhnlicher Umsteuerung.

Von den vielen aufgenommenen Schaulinien sind für die Füllungen von 20, 30, 40 und 50% von jeder Lokomotive je eine in Abb. 1 bis 16, Taf. LXVII dargestellt; der Einflufs der Steuerung auf die Dampfverteilung ist daraus ersichtlich.

Auf die Verbrennung übt die Kuhnsche Einrichtung gleichfalls einen günstigen Einflufs dadurch aus, dafs die Ausströmungskanäle des Niederdruckzylinders länger geöffnet sind, und der Dampf gleichmäfsiger aus dem Blasrohre tritt.

Dadurch entsteht eine gleichmäfsigere niedrigere Luftverdünnung in der Rauchkammer, verbunden mit einer niedrigern Wärme der Gase. Die Luftverdünnung schwankte bei den einzelnen Geschwindigkeiten und Füllungen von 20 bis 50% zwischen 30 und 130 mm Wassersäule. Sie schien bei den Lokomotiven mit Kuhnscher Einrichtung ruhiger zu sein, als bei den anderen.

Die Verdünnungsgrade sind in Zusammenstellung IV angegeben.

Zusammenstellung IV.

Füllung	Lokomotive 221	224	227	228
	Geschwindigkeit 70 bis 80 km/St.			
0,20	60 mm	62 mm	70 mm	81 mm
0,25	69 „	70 „	79 „	90 „
0,3	78 „	78 „	88 „	98 „
0,35	87 „	86 „	—	107 „
	Geschwindigkeit 60 bis 70 km/St.			
0,20	50 mm	47 mm	40 mm	63 mm
0,25	55 „	52 „	50 „	70 „
0,30	60 „	60 „	65 „	80 „
0,35	68 „	70 „	80 „	90 „
0,40	76 „	82 „	—	—
0,50	90 „	—	—	—
	Geschwindigkeit 40 bis 60 km/St.			
0,20	37 mm	—	—	—
0,25	38 „	40 mm	30 mm	45 mm
0,30	39 „	48 „	40 „	56 „
0,35	45 „	63 „	50 „	70 „
0.40	50 „	78 „	65 „	80 „
0,45	65 „	92 „	80 „	90 „
0,50	83 „	107 „	90 „	—

Ein vollständig klares Bild geben diese Zahlen nicht, sie sind hier nur der Vollständigkeit halber angeführt. Die Rauchkammerwärme betrug bei Nr. 221 : 315° C., bei Nr. 224 : 305° C. und bei Nr. 227 : 296° C. im Mittel.

Mit Hülfe der auf dem Führerstande aufgestellten Orsat-Vorrichtung*) wurden die CO_2-Beträge der Rauchgase für Nr. 224 zu 11,2% und für Nr. 227 zu 11,93% ermittelt. Aus diesen CO_2-Beträgen folgt nach der Siegertschen Näherungsformel der Schornsteinverlust zu $0{,}65\,\frac{T - 10}{CO_2}$, worin T die Rauchkammerwärme bezeichnet, für Nr. 224 zu 17,7% und für Nr. 227 zu 15,4% der aufgewendeten Wärme des Rostes.

Die aus den Versuchen mit den einzelnen Lokomotiven folgenden Werte sind in der nebenstehenden Zusammenstellung V enthalten.

Gegenüber dem günstigen Verhalten der Kuhnschen Steuerung in Bezug auf den Kohlen- und Wasserverbrauch und die Verbrennung ist die Arbeitsverteilung auf die beiden Zylinder besonders bei den niedrigen Füllungsgraden von 20 und 25% ungünstig. Bei 20% Füllung hat der Hochdruckzylinder das 3,5- bis 4 fache der Leistung des Niederdruckzylinders zu übernehmen.

Von den Schaulinien Abb. 1 bis 16, Taf. LXVII wurden diejenigen, die bei 12 at Kessel- und Hochdruck-Schieberkastendruck aufgenommen sind, genau vermessen und der mittlere Kolbendruck für die einzelnen Füllungen und daraus der ganze Kolbendruck und die Leistungsverteilung auf Hoch- und Niederdruckzylinder in % berechnet. Die Werte geben die nachfolgenden Zusammenstellungen VI bis IX an.

Bei grofsen Geschwindigkeiten konnte während der Versuchsfahrten ruhigerer Gang der Lokomotiven mit Kuhnscher Steuerung beobachtet werden. Dieser ist aber wohl auf die überwiegend einseitige Arbeitsverteilung der Lokomotivzylinder zurückzuführen, sodafs hierin kein besonderer Vorteil zu suchen ist.

Stets wurde mit vollständig geöffnetem Regler gefahren, sodafs der Dampfdruck im Hochdruckschieberkasten stets dem Kesseldrucke gleich war. Für Versuchsfahrten empfiehlt sich diese Mafsnahme sehr, da der Vergleich der Schaulinien viel einfacher wird. Dafs ein erhöhter Niederschlag des Dampfes dadurch eintritt, ist nicht anzunehmen, denn der Dampfverbrauch der Versuchs-Lokomotiven bewegte sich in günstigen Grenzen. Für Heifsdampflokomotiven wird sich diese Mafsnahme vielleicht besonders empfehlen, weil dadurch besonders bei kleineren Füllungen eine geringere Geschwindigkeit des Dampfes im Überhitzer, somit stärkere Überhitzung erzielt werden kann, die wieder Dampf- und Kohlenersparnis bewirkt.

Die Veröffentlichung dieser Versuche war gemeinsam mit Herrn Oberingenieur Kuhn schon 1903 beabsichtigt. Leider erkrankte Herr Kuhn plötzlich und wurde nach kurzem, schwerem Krankenlager im besten Mannesalter durch den Tod abgerufen. Die fast fertige Bearbeitung ging dann verloren und ist nun erst durch Zufall wieder in den Besitz des Verfassers gelangt.

*) Siehe: Fuchs, Generatur-Kraftgas und Dampfkesselbetrieb.

Zusammenstellung V.

1	2	3	4	5	6
		Lokomotive Nr.			
Nr.	Gegenstand	221 Heusinger	224 Heusinger	227 Kuhn	228 Kuhn
1	Durchschnittliche Geschwindigkeit von Cassel nach Marburg 104,3 km, nach Abzug des Haltens auf der Station und je einer Minute für Ein- und Abfahren . . . km/St	67,6	66,0	67	66,2
2	Ebenso für die Strecke Marburg-Cassel . . . „	68,8	63,6	65,8	62,4
3	Durchschnittlicher Füllungsgrad . . . %	25—35	25—35	25—35	25—35
4	Durchschnittswärme der Rauchkammer . . . ° C.	305	315	296	—
5	CO_2-Gehalt nach der Orsatvorrichtung im Durchschnitte . . . %	—	11,2 %	11,93 %	—
6	Durchschnittsgewicht der Lokomotive mit Tender L = . . . t	80	80	80	80
7	Durchschnittliches Gewicht des Wagenzuges				
	a) Cassel-Marburg . . . „	187,240	189,840	187,030	185,100
	b) Marburg-Cassel . . . „	227,260	219,240	218,630	216,930
	c) im Durchschnitte W = . . . „	207,250	204,540	202,830	201,390
8	Durchschnittliche Zugkraft für Lokomotive u. Tender $Z_1 = L\left[3,8 + 0,9\,V\frac{V+30}{1000}\right]$ „	0,7862	0,7461	0,7649	0,7406
9	Durchschnittszugkraft für den Zug $Z_2 = W\left[1,6 + 0,3\,V\frac{V+50}{1000}\right]$ . . . „	0,8328	0,7837	0,7948	0,7663
10	Ganze Zugkraft $Z_1 + Z_2$ . . . „	1,6190	1,5298	1,5597	1,5069
11	Gröfste Zugkraft bei V = 90 km/St				
	Z_1 gr . . . kg	1081,60	1081,6	1081,6	1081,6
	Z_2 gr . . . „	1106,0	1100,0	1091,2	1083,5
	Z_1 gr + Z_2 gr . . . „	2187,0	2181,6	2172,8	2165,1
12	Durchschnittliche Leistung $\frac{Z_1 + Z_2 . V}{270}$ . . . P. S.	407	367	383	369
13	Durchschnittliche Nutzleistung $\frac{Z_2 . V}{270}$ . . . „	210	188,2	195,5	182,6
14	1 kg Kohle leistet in der Stunde . . . „	0,850	0,931	0,935	1,001
15	1 „ „ hatte die stündliche Nutzleistung . . . „	0,438	0,477	0,477	0,495
16	1 t Lokomotivgewicht ohne Tender hatte die Nutzleistung $\frac{\text{Nr. 13}}{50}$ . . . „	4,2	3,76	3,91	3,65
17	Auf 1 qm Heizfläche in der Stunde verdampftes Wasser . . . kg	31,2	31,3	32,0	32,9
18	Auf 1 qm Rostfläche in der Stunde verbrannte Kohlen . . . „	175,6	162,8	168,5	168,0
19	Anzahl der einfachen Fahrten . . .	12	12	12	11

Zusammenstellung VI.

Nr. 221 mit alter Heusinger-Steuerung.

A. Mittlerer Inhalt der Schaulinienflächen bei 12 at Kesseldruck.

Füllung	Hochdruckzylinder vorn	Hochdruckzylinder hinten	Hochdruckzylinder Mittel	Niederdruckzylinder vorn	Niederdruckzylinder hinten	Niederdruckzylinder Mittel
	qmm	qmm	qmm	qmm	qmm	qmm
0,20	439,2	415,0	427,1	431,25	477,50	454,38
0,25	523,0	545,0	334,0	530,95	527,14	529,05
0,30	594,0	584,66	589,33	579,60	592,70	586,15
0,35	685,3	667,5	676,4	643,50	596,10	619,8
0,40	768,66	750,66	759,6	747,30	731,30	739,3
0,45	832,5	797,5	815,0	857,50	825,00	841,25
0,50	934,0	938,0	831,0	1050,00	1046,00	1048,0

B. Kolbendruck.

Füllung	Hochdruckzylinder vorn	Hochdruckzylinder hinten	Hochdruckzylinder Mittel	Niederdruckzylinder vorn	Niederdruckzylinder hinten	Niederdruckzylinder Mittel
	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm
0,20	2,185	2,054	2,1195	0,804	0,891	0,8475
0,25	2,602	2,711	2,6565	0,090	0,983	0,6895
0,30	2,955	2,908	2,9315	1,081	1,105	1,093
0,35	3,407	3,313	3,360	1,199	1,112	1,155
0,40	3,824	3,734	3,779	1,394	1,364	1,379
0,45	4,141	3,967	4,054	1,600	1,539	1,5695
0,50	4,600	4,666	4,633	1,959	1,951	1,955

C. Ganzer Kolbendruck.

Füllung	Hochdruckzylinder vorn	Hochdruckzylinder hinten	Hochdruckzylinder Mittel	Niederdruckzylinder vorn	Niederdruckzylinder hinten	Niederdruckzylinder Mittel
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
0,20	3631	3310	3525	2920	3240	3080
0,25	4325	4510	4417	3595	3575	3585
0,30	4910	4850	4880	3924	4020	3972
0,35	5680	5510	5590	4352	4040	4196
0,40	6370	6210	6290	5070	4960	5015
0,45	6880	6600	6740	5810	5580	5695
0,50	7650	7750	7700	7110	7090	7100

D. Leistungsverteilung auf Hoch- und Niederdruckzylinder.

Füllung	Ganzer Kolbendruck	Arbeitsanteil des Hochdruck-Zylinders	Arbeitsanteil des Niederdruck-Zylinders
	kg	%	%
0,20	6605	53,40	46,60
0,25	8002	55,25	44,75
0,30	8852	55,10	44,90
0,35	9786	57,10	42,90
0,40	11305	55,60	44,40
0,45	12440	54,20	45,80
6,50	14800	52,06	48,00

Zusammenstellung VII.

Nr. 224 mit alter Heusinger-Steuerung.

A. Mittlerer Inhalt der Schaulinienflächen bei 12 at Kesseldruck.

Füllung	Hochdruckzylinder			Niederdruckzylinder		
	vorn	hinten	Mittel	vorn	hinten	Mittel
	qmm	qmm	qmm	qmm	qmm	qmm
0,20	386,25	433,75	410,0	370,0	380,0	375
0,25	487,66	529,6	508,6	473,33	456	464,6
0,30	596,66	642,0	619,33	603,75	563	583,4
0,35	684,375	696,875	690,625	678,75	645	662
0,40	799	797	798,0	790,0	757	773,5
0,45	—	—	—	—	—	—
0,50	972,5	966,66	969,58	983,33	951,66	967,45

B. Kolbendruck.

Füllung	Hochdruckzylinder vorn	Hochdruckzylinder hinten	Hochdruckzylinder Mittel	Niederdruckzylinder vorn	Niederdruckzylinder hinten	Niederdruckzylinder Mittel
	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm
0,20	1,921	2,148	2,0345	0,690	0,709	0,6995
0,25	2,428	2,634	2,531	0,883	0,851	0,867
0,30	2,958	3,194	3,081	1,126	1,054	1,09
0,35	3,403	3,467	3,435	1,266	1,203	1,2345
0,40	3,975	3,965	3,970	1,474	1,412	1,443
0,45	—	—	—	—	—	--
0,50	4,836	4,809	4,8225	1,337	1,774	1,805

C. Ganzer Kolbendruck.

Füllung	Hochdruckzylinder			Niederdruckzylinder		
	vorn	hinten	Mittel	vorn	hinten	Mittel
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
0,20	3199	3540	3380	2520	2575	2547
0.25	4040	4380	4210	3202	3090	3146
0,30	4930	5310	5120	4085	3830	3955
0,35	5660	5760	5710	4600	4380	4480
0,40	6620	6590	6605	5360	5135	5247
0,45	—	—	—	—	—	—
0,50	8050	8000	8025	6670	6445	6557

D. Leistungsverteilung auf Hoch- und Niederdruckzylinder.

Füllung	Ganzer Kolbendruck	Arbeitsanteil des Hochdruck- Zylinders	Arbeitsanteil des Niederdruck- Zylinders
	kg	%	%
0,20	5927	57	43,0
0,25	7356	57,1	42,9
0,30	9075	56,4	43,6
0,35	10190	56,0	44,0
0,40	11852	57,7	44,3
0,45	—	—	—
0,50	14582	55,2	44,8

Zusammenstellung VIII.

Nr. 227 mit Kuhn-Steuerung.

A. Mittlerer Inhalt der Schaulinienflächen bei 12 at Kesseldruck.

Füllung	Hochdruckzylinder			Niederdruckzylinder		
	vorn	hinten	Mittel	vorn	hinten	Mittel
	qmm	qmm	qmm	qmm	qmm	qmm
0.20	644,1	686,76	665,43	196,76	203	200
0,25	738,1	728,6	733,35	345,6	353,75	349,7
0,30	819,7	765,26	792,5	458,8	465,8	462,3
0,35	880	835.0	857,5	545	540	542,5
0,10	956.4	920	938,2	716,4	715	715,7
0,45	—	—	—	--	—	—
0,50	1012	1012	1021.5	1069	1047	1058

B. Kolbendruck.

Füllung	Hochdruckzylinder vorn	Hochdruckzylinder hinten	Hochdruckzylinder Mittel	Niederdruckzylinder vorn	Niederdruckzylinder hinten	Niederdruckzylinder Mittel
	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm
0,20	3.204	3,416	3,31	0,366	0,379	0,3725
0,25	3,672	3,610	3,641	0,644	0,660	0,652
0,30	4,078	3,806	3.942	0,856	0.869	0,8625
0,35	4.358	4,154	4,256	1,016	1,007	1,0115
0,40	4,758	4,577	4,6675	1,336	1,336	1,336
0.45	—	—	—	—	--	—
0,50	5,034	5,129	5.0815	1,994	1,953	1,9735

C. Ganzer Kolbendruck.

Füllung	Hochdruckzylinder			Niederdruckzylinder		
	vorn	hinten	Mittel	vorn	hinten	Mittel
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
0,20	5330	5675	5500	1328	1375	1350
0,25	6115	6010	6062,5	2340	2398	2369
0,30	6775	6330	6555	3110	3158	3134
0,35	7250	6920	7085	3690	3660	3675
0,40	7910	7610	7760	4850	4850	4850
0,45	—	—	—	—	—	—
0,50	8380	8540	8460	7250	7100	7175

D. Leistungsverteilung auf Hoch- und Niederdruckzylinder.

Füllung	Ganzer Kolbendruck	Arbeitsanteil des Hochdruck- Zylinders	Arbeitsanteil des Niederdruck- Zylinders
	kg	%	%
0,20	6850	80,25	19,75
0,25	8431	71,9	28,1
0,30	9689	67,7	32,3
0,35	10760	65,8	34,2
0,40	12610	61,6	38,4
0,45	—	—	—
0,50	15635	54,1	45,9

Zusammenstellung IX.

Nr. 228 mit Kuhn-Steuerung.

A. Mittlerer Inhalt der Schaulinienflächen bei 12 at Kesseldruck.

Füllung	Hochdruckzylinder			Niederdruckzylinder		
	vorn	hinten	Mittel	vorn	hinten	Mittel
	qmm	qmm	qmm	qmm	qmm	qmm
0,20	544,166	520,833	532,49	275,83	310	292,9
0,25	624,64	611,10	617,87	396,8	411,4	404,1
0,30	730,00	700,00	715,00	561	568	564,5
0,35	853,33	817,00	835,165	717	717	717
0,40	(825)	(770)	(797,5)	(750)	(720)	(735)
0,45	(835)	(780)	(807,5)	(760)	(767,5)	(763,75)
0,50	(980)	(910)	(945)	(1210)	(1190)	(1200)

B. Kolbendruck.

Füllung	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm
0,20	2,707	2,591	2,649	0,514	0,578	0,546
0,25	3,107	3,050	3,0785	0,740	0,767	0,7535
0,30	3,631	3,482	3,5565	1,048	1,060	1,054
0,35	4,235	4,064	4,1495	1,337	1,337	1,337
0,40	(4,104)	(3,831)	(3,9675)	(1,400)	(1,343)	(1,3715)
0,45	(4,152)	(3,880)	(4,016)	(1,418)	(1,432)	(1,425)
0,50	(4,875)	(4,527)	(4,701)	(2,257)	(2,220)	(2,2385)

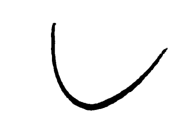
C. Ganzer Kolbendruck.

Füllung	Hochdruckzylinder			Niederdruckzylinder		
	vorn	hinten	Mittel	vorn	hinten	Mittel
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
0,20	4500	4315	4405	1868	2100	1984
0,25	5170	5075	5120	2688	2790	2739
0,30	6045	5790	5920	3802	3850	3826
0,35	7050	6760	6905	4860	4860	4860
0,40	(6850)	(6370)	(6580)	(5080)	(4885)	(4980)
0,45	(6915)	(6455)	(6680)	(5150)	(5200)	(5175)
0,50	(7900)	(7550)	(7725)	(8190)	(8060)	(8125)

D. Leistungsverteilung auf Hoch- und Niederdruckzylinder.

Füllung	Ganzer Kolbendruck	Arbeitsanteil des Hochdruck- Zylinders	Arbeitsanteil des Niederdruck- Zylinders
	kg	%	%
0,20	6389	69	31
0,25	7859	65,1	34,9
0,30	9746	60,7	39,3
0,35	11765	58,7	41,3
0,40	(11560)	66,9	33,1
0,45	(11855)	56,2	43,8
0,50	(15850)	48,75	51,25

KESSEL-SPEISUNG BRÁZDA.



VON

Ing. **Th. BRÁZDA,**

INSPEKTOR DER ÖSTERREICHISCHEN STAATSBAHNEN IN AMSTETTEN.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel LXVIII.

ERGÄNZUNGSHEFT ZUM ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS, JAHRGANG, 1905.

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1905.



Kessel-Speisung Brázda.

Von Ing. **Th. Brázda,** Inspektor der österreichischen Staatsbahnen in Amstetten.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel LXVIII.

Die Kesselspeise-Vorrichtung von Brázda kann nach Belieben selbstwirkend verwendet werden.

Die selbsttätige Speisung ist bei allen ortsfesten Kesseln anwendbar und kann für eine beliebige Kesselgruppe verwendet werden.

Die nicht selbsttätige Speisung findet in erster Linie bei Lokomotiv- und Lokomobil-Kesseln Anwendung, ist jedoch auch für jede Kesselart geeignet. Mit der Speisung ist die vollständige Beseitigung des Kesselsteines bei Verwendung jedes Speisewassers verbunden. Dies wird dadurch erzielt, dafs den kesselsteinbildenden Verbindungen durch Berührung mit dem Dampfe das chemisch gebundene Wasser entzogen wird, sie verlieren ihre Bindungsfähigkeit und scheiden als unschädlicher Schlamm aus.

I. Selbsttätige Kesselspeisung (Abb. 1, Taf. LXVIII).

Die Speise-Vorrichtung besteht:

Aus einem Speise-Vorkessel, welcher dieselbe Dampfspannung enthält, wie der Kessel selbst;

aus einem Doppelventile V E; V regelt die Vorwärmung des Speisewassers durch Kesseldampf, E den Einflufs des Speisewassers in den Vorkessel und die Druckentleerung;

aus einem Speiseventile W, durch welches das Speisewasser dem Kessel zugeführt wird;

aus zwei bis drei Vorwärmern v;

aus einem Wasserstandsglase w;

aus einem Wasserdruck-Zeiger m;

aus einem Rückschlag- und Luftventil in der Druckentleerungs-Rohrleitung I;

aus einem Rückschlagventile in der Rohrleitung II für Wasserzuleitung.

Der Einflufs des Speisewassers in den Speise-Vorkessel beginnt, wenn die Spannung im Speise-Vorkessel durch das Ventil E und die Rohrleitung I beseitigt ist.

Um den abziehenden Dampf im Ventile E vom Wasser zu trennen, ist auf dem Gehäuse des Doppelventiles V E, und zwar über E, ein Kopf K aufgesetzt. Der Dampf entweicht durch die Rohrleitung I, das Speisewasser fliefst durch die Rohrleitung II in den Speise-Vorkessel. Um das Mitreifsen des Wassers durch den abziehenden Dampf zu hindern, ist die Rohrleitung I an ihrem Ende etwas eingezogen.

Das einfliefsende Speisewasser gelangt durch das Ventil E und die Rohrleitung R in den Speise-Vorkessel.

Die Rohrleitung R ist in ihrem untern Teile durchlocht, ihr Ende verengt und aufwärts gebogen. Durch die Löcher und das aufgebogene Ende der Rohrleitung R spritzt das Speisewasser nach oben und erzeugt Saugwirkung.

Der Speisewassereinflufs dauert so lange, bis der Schwimmer s das Ventil E schliefst, dann öffnet sich das Ventil V, welches die Vorwärmung durch die Vorwärmer v einleitet. Ist das Speisewasser erwärmt, so ist auch der Druckausgleich eingetreten.

Das durch den Druckunterschied in beiden Kesseln geschlossen gehaltene Speiseventil W wird bei Eintritt des Druckausgleiches durch den Auftrieb des Schwimmers Sch geöffnet, das Speisewasser rinnt durch die eine Ventilhälfte durch den Dampfraum in den Kessel. Der zum steten Druckausgleiche nötige Dampf gelangt durch die zweite Ventilhälfte und durch das Rohr r über das abfliefsende Speisewasser. Das Ventil W kann während des Betriebes eingeschliffen werden. Ist der Speise-Vorkessel entleert, so wird das Speiseventil W durch die Schwere des Schwimmers Sch geschlossen.

Mit dem ausfliefsenden Speisewasser ist zugleich der Schwimmer s herabgegangen; dieser schliefst nach und nach das Vorwärmeventil V und öffnet im letzten Teile seiner Bewegung das Entleerungsventil E, durch welches der Wasserrest und der Dampf mittels der Rohrleitungen R und I entweichen.

Hat die Druckminderung im Speise-Vorkessel einen bestimmten Grad erreicht, so fliefst das Speisewasser wieder ein und der beschriebene Vorgang wiederholt sich.

Im Doppelventile E V haben beide Ventile Schraubenspindelbewegung. Das Gewinde der Schraubenspindel von V hat auf eine Umdrehung 40 ^{mm} Steigung, das von E 55 ^{mm}.

Der Kesselstein hat keinen Einflufs auf die Bewegung der Ventile E und V. Das Vorwärmeventil V sitzt lose auf der Bewegungsspindel, der Spindelsitz wird durch einen Kegel abgedichtet. Die Bewegung des Schwimmers s wird voll auf das Ventil übertragen. Das Abheben des Ventiles vom Sitze erfolgt durch den Druck des Vorwärmdampfes.

Das Ventil E, welches zur Druckminderung und Füllung dient, sitzt an einem Kopfe der Bewegungspindel. Der Kopf mufs so grofs sein, dafs er dem Ventile E die nötige Führung gibt. Beim Abziehen des Ventiles dreht sich der Kopf im Ventile, nicht dieses auf dem Sitze, und erleichtert das Öffnen von E. Die Bewegung des Ventiles E wird durch eine Schleife geregelt, deren offener Teil durch zwei Stellschrauben (o p) vergröfsert oder verkleinert werden kann.

Die zum Öffnen des Ventiles E bestimmte Schleifenschraube p wird vorteilhaft mit einer Feder versehen, welche das Ventil E vollständig öffnet, wenn die Dampfspannung nachgelassen hat; dadurch wird der Einflufs des Speisewassers beschleunigt. Im Druckentleerungs- und Einflufs-Abschnitte ist das Ventil E durch den offenen Teil der Schleife möglichst lange offen zu halten. Das Schliefsen des Ventiles E erfolgt, wenn der Speise-Vorkessel genügend mit Wasser gefüllt ist. Das Schliefsen wird durch die zweite Schleifenschraube o geregelt.

Die Wirkung des Speiseventiles W ist bereits beschrieben, es ist so angeordnet, dafs der Kesselstein der Bewegung und Abdichtung möglichst wenig schadet. Die Vorwärmer v dienen zu gleichmäfsiger Erwärmung des Speisewassers, erhalten es in wirbelförmiger Bewegung und bringen alles Wasser in Berührung mit dem Dampfe. Das Wasserstandsglas w ist möglichst lang

zu machen, damit man die Vorgänge im Speise-Vorkessel beobachten kann.

Den Anschlufs des Druck- und zugleich Unterdruck-Zeigers an den Speise-Vorkessel bildet ein Dreiweghahn zum Entfernen der Luft aus dem Vorkessel.

Das Rückschlagventil V_1 in der Druckentleerungs-Rohrleitung I ist rückwärts mit einem Luftventile verbunden, das in die Rohrleitung I bei Saugwirkung im Entleerungsabschnitte Luft einläfst, wodurch Stöfse in der Rohrleitung vermieden werden. Im Wasserleitungs-Rohre II ist ein Rückschlagventil angebracht. Die Rückschlagventile 7 und 8 dienen zugleich als Abschlufsventile.

Die Speisung wird durch die Menge des dem Speisewasser zugeführten Vorwärmedampfes geregelt, auch auf beliebige Zeit unterbrochen, wenn der Vorwärmdampf vor Eintritt des Druckausgleiches abgesperrt wird.

Schwimmer aus 3 mm Kupferblech sind zu 0,2 ihres Inhaltes mit Wasser gefüllt und geschlossen.

II. Nicht selbsttätige Speisung für Lokomotiv- und Lokomobil-Kessel (Abb. 2, Taf. LXVIII).

Die Vorrichtung besteht:

aus einem Speise-Vorkessel A von gleicher Dampfspannung mit dem Hauptkessel;

aus einer Strahlpumpe E, die den ersten Teil des Tenderwassers in den Speise-Vorkessel zu fördern hat, hier Saugwirkung erzeugt, durch die das weitere Tenderwasser bei Abstellen der Strahlpumpe angesaugt und der Speise-Vorkessel gefüllt wird. E ist mit zwei Rückschlagventilen V_5 und V_6 versehen.

Die Ausstattung des Speise-Vorkessels umfafst:

das Speisewasser-Einflufsventil V_2,	innen;
das Überfüllungs-Schutzventil V_7,	
den Speise-Schieber S,	
die Vorwärmer v, v_1, v_2,	
das Entleerungsventil V_1,	
den Unterdruck-Zeiger m,	aufsen.
das Wasserstandsglas W,	

Am Hauptkessel ist das Vorwärm-Ventil V_4 und das Pumpen-Anlafsventil V_3 angebracht.

A. Innere Ausstattung des Vorkessels.

Das von der Strahlpumpe E gehobene Speisewasser gelangt durch das Ventil V_2 in den Speise-Vorkessel A. Das Ventil V_2 wird vom Schwimmer s_1 durch Hebelübersetzung geöffnet und geschlossen. Der Schwimmer s_1 und der Hebel sind durch das Gegengewicht G teilweise so gegengewogen, dafs der Schwimmer stets herabfällt, wenn der Druck in A annähernd auf 0,5 at gemindert wird.

Das durch die Strahlpumpe E und durch das Ventil V_2 einfliefsende Speisewasser erzeugt Saugwirkung von 70 cm im Vorkessel. Die Strahlpumpe wird nun aufser Tätigkeit gesetzt, das Speisewasser wird angesaugt und füllt A, bis der Schwimmer s_1 das Ventil V_2 schliefst.

Mit der Aufserbetriebsetzung der Strahlpumpe wird zugleich die Vorwärmung des Speisewassers eingeleitet.

Das Speisewasser fliefst im Saugabschnitte nicht blos durch das Ventil V_2, sondern auch durch das Entleerungsventil V_1 in den Vorkessel.

Um Überfüllung zu verhindern, mufs das Entleerungsventil V_1 rechtzeitig geschlossen werden, indem der Stellhebel K_1 vom dritten in den ersten Zahn verstellt, dadurch das Entleerungsventil V_1 geschlossen, das Vorwärmeventil V_4 geöffnet und der Vorwärmeabschnitt eingeleitet wird.

Durch Abnehmen der Flansche des Steigrohres wird das Ventil V_2 zugänglich und kann gereinigt werden.

Überfüllung des Vorkessels A wird durch das Schutzventil V_7 verhindert. Überschreitet das Speisewasser in A die bestimmte Höhe, so wird der Schwimmer s gehoben, dadurch Ventil V_7 geöffnet, die Luft strömt ein und zerstört die Saugwirkung. Sollte trotzdem Überfüllung eintreten, so fliefst das überflüssige Speisewasser durch das Ventil V_7 selbsttätig ab.

Das Einfliefsen des Speisewassers in den Hauptkessel erfolgt durch den Speise-Schieber S, dessen halbe Durchgangsfläche zum Durchfliefsen des Wassers dient, während die zweite Hälfte den Dampf über das einfliefsende Speisewasser steigen läfst, beide Hälften sind von einander abgeschlossen. Die zum Aufsteigen des Dampfes dienende Schieberhälfte geht in das Rohr R, welches den Dampf über das Wasser leitet und hier während des Speisens Druckausgleich erhält. Das Speisewasser fliefst durch den Dampfraum ohne Stofs in den Hauptkessel.

Im Ausflufsabschnitte wird das Einflufs-Ventil V_2 durch den Dampfdruck im Vorkessel geschlossen gehalten, deshalb kann das Speisen beliebig unterbrochen werden.

Zeigt das Wasserstandglas W, dafs das Speisewasser ausgeflossen ist, so wird der Schieber S durch Umstellen des Hebels K geschlossen.

Der Hebel K_1 wird dann in den zweiten Zahn gelegt, dadurch das Entleerungsventil V_1 geöffnet, der Dampf strömt aus dem Vorkessel in den Tender, es tritt der Druck-Entleerungsabschnitt ein, nach welchem das Füllen des Vorkessels folgt.

Die Vorwärmer v, v_1 v_2 dienen zum gleichmäfsigen Erwärmen des Speisewassers, welches durch sie in wirbelförmiger Bewegung erhalten wird, so dafs alles Wasser in Berührung mit dem Dampfe gebracht wird.

Durch das Druckminderungsventil V_1 wird die Druckabnahme eingeleitet, der Dampf strömt dem Tenderwasser zu. Die Bewegung des Ventiles V_1 ist mit der am Kessel angebrachten Ventile V_3 und V_4 verbunden.

B. Äufsere Ausstattung des Vorkessels.

Der Druck- und zugleich Unterdruck-Zeiger m dient zum Erkennen der Vorgänge im Vorkessel A, er steht mit diesem durch einen Dreiweghahn in Verbindung, durch den auch Luft aus dem Vorkessel ausgelassen werden kann.

Das Wasserstandsglas w dient zur Bestimmung des Wasserstandes im Vorkessel und zur Feststellung des Ausfliefsens des Speisewassers.

Der für das Vorwärmventil V_4 nötige Dampf ist dem Dome des Hauptkessels zu entnehmen. Sonst wird der Dampf zu stark genäfst.

Das Vorwärmventil V_4 und das Anstellventil V_3 der Strahlpumpe können zu einem Doppelventile vereinigt werden.

III. Vorteile der Speisung.

Die Kesselsteinbildung im Kessel wird ohne chemischen Speisewasserzusatz verhindert.

Das Speisewasser gelangt durch sein Gewicht mit dem Wärmegrade in den Kessel, den das Kesselwasser besitzt; dadurch fallen die Abkühlung im Kesselinnern und die von dieser bedingten Schäden und Undichtigkeiten fort, ebenso alle Ausbesserungen, die durch Strahlpumpen-Speisung veranlafst werden: die Dauer der Kessel wird erhöht.

Die Ersparnis an Heizstoff und Wasser beträgt etwa 15 %.

Das Speisewasser wird entlüftet, dadurch die Rostpockenbildung vermindert.

Der Arbeitsdampf ist trocken. Die Dampfblasenbildung wird auch während des Speisens nicht behindert.

Das Auswaschen der Kessel wird nur nach langem Betriebe nötig und besteht nur im Ausrinnenlassen des angesammelten Schlammes und Ausspritzen des Kessels.

Der im Vorkessel gebildete Kesselstein wird durch das einfliefsende kalte Speisewasser gröfstenteils losgesprengt und kann leicht beseitigt werden; der anhaftende Kesselstein bildet eine nützliche Wärmeschutzschicht.

Die wasserberührte Heizfläche und damit die Leistungsfähigkeit des Kessels werden vergröfsert.

Die Vorrichtung ist eichfähig und ersetzt die Wassermesser.

Die Ausführung des nicht selbsttätigen Speisens ist sehr einfach, ein Versagen ausgeschlossen.

IV. Versuche.

Die selbsttätige Vorrichtung arbeitet am Werkstätten-Betriebskessel in Amstetten seit 1. Oktober 1902, die nicht selbsttätige seit 1. September 1903 bei der Staatsbahn-Lokomotive Nr. 3433 der Heizhäuser Amstetten, St. Veit und Laibach.

Bei beiden wurde durch lange Zeit als Speisewasser das Wasser des neuen Brunnens in Amstetten verwendet, welches 45,97 französische Härtegrade besitzt und aufser kohlensauren Verbindungen 160,8 mgr/l Gips enthält. Dieses Speisewasser und die Wasser aus zehn anderen Wasserstationen haben bei der Lokomotive Nr. 3433 in den Kesseln keine Spur von Kesselstein hinterlassen.

Bei den auf der Strecke Klein-Reifling—Hieflau durchgeführten Vergleichs-Heizversuchen mit Lokomotive Nr. 3433 wurde ermittelt. dafs 1 kg Heizstoff:

nach Versuch:	1	2	3	
bei Strahlpumpen	3,3	3,5	7,1 l	Wasser verdampft hat.
« Brázda-Speisung	3,5	3,8	7,2 l	

Die Versuche 1 und 2 wurden mit böhmischer Mittelkohle, 3 mit Staaber Kohle durchgeführt.

Auf der 35,3 km langen Strecke mufste mit Strahlpumpen 23 mal mit 92 Handgriffen gespeist werden, bei der Brázda-Speisung unter denselben Umständen 9 mal mit 45 Handgriffen, die Aufmerksamkeit der Mannschaft wird also weniger in Anspruch genommen, zumal die Handgriffe bei der Brázda-Speisung keine Übung erfordern, während die Strahlpumpen einige Übung verlangen. Bei der einfachern Handhabung ist die Brázda-Speisung sicherer.

Die chemische Untersuchung des Kesselschlammes hat ergeben, dafs die Verbindungen ihr chemisch gebundenes Wasser durch die Brázda-Speisung gröfstenteils verlieren und daher zerfallen.

Die Vermehrung des Reibungsgewichtes um 2 t bewirkt zusammen mit der Vergröfserung der wasserberührten Heizfläche des Kessels eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Lokomotive.

Auf den Talstrecken braucht nur ein kleines Feuer auf dem Roste gehalten zu werden, die Lokomotive kann ohne Feuer abgestellt und in beiden Fällen der Kessel nachgespeist werden; dadurch erwächst kein Schaden für den Lokomotivkessel.

Das Tenderwasser kann bis auf 50° C. erwärmt werden und bleibt dann ohne schädlichen Einflufs auf die Speisung. Aus den gesammelten Erfahrungen folgt, dafs der Lokomotivkessel bei mittlerm Speisewasser nur viermal im Jahre auszuwaschen ist.

In Abb. 2, Taf. LXVIII, ist die ursprüngliche Anordnung der nicht selbsttätigen Brázda-Speisung gestrichelt dargestellt, daneben aber ausgezogen eine Verbesserung eingetragen, die in folgendem besteht:

Um das Wasser dem Ventile V_2 rasch zuführen und dabei beide Tenderleitungen benutzen zu können, sind die Leitungsrohre r_1 und $r_7 r_6$ durch den Kopf V_8 verbunden. $r_1 r_{5a}$ ist mit einem Rückschlagventile versehen, um den Eintritt von Dampf aus dem Vorkessel in den Tender zu verhindern. Saugt der Vorkessel, so wird Wasser aus $r_1 r_{5a}$ und aus $r_7 r_6$ in den Kopf V_8 gesogen und gelangt durch die Leitung r von entsprechend grofsem Querschnitte zum Ventile V_2 und in den Kopf des Vorkessels. Die Füllzeit wird dadurch wesentlich abgekürzt.

EINE FAHRT

ÜBER DIE

SIBIRISCHE BAHN VON RIGA NACH PORT-ARTHUR

IM SEPTEMBER 1903.

VON

H. v. STAVENHAGEN,
INGENIEUR IN SCHLÜSSELBURG.

Mit Plänen Abb. 1 bis 3 auf Tafel LXIX.

ERGÄNZUNGSHEFT ZUM ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS, JAHRGANG 1905.

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL's VERLAG.
1905.

Eine Fahrt über die sibirische Bahn von Riga nach Port Arthur im September 1903.*)

Von **H. v. Stavenhagen,** Ingenieur in Schlüsselburg.

Hierzu Pläne Abb. 1 bis 3 auf Tafel LXIX.

Wir teilen diese Schilderung der längsten geschlossenen Bahnfahrt jetzt mit, da nach Beendigung des russisch-japanischen Krieges eine schnelle Neubelebung und endgültige Ausgestaltung des Verkehres dieses riesenhaften Bahnnetzes bevorsteht, das vor dem Kriege den Stand völliger Entwickelung nicht erreichte.

Die grofse sibirische und die mandschurische oder chinesische Ostbahn**), wie ihr amtlicher Name lautet, haben zur Zeit für den Verkehr besondere Bedeutung. Wir bringen daher eine Beschreibung dieser Linien, die der Verfasser grade vor Ausbruch des Krieges bis Port Arthur bereiste.

Der Anfang der sibirischen Bahn liegt in Tscheljabinsk, doch kann man auch schon die Strecke Samara-Tscheljabinsk dazu rechnen. Die bekannten Exprefszüge nach dem Osten geben schon von Moskau vom Moskau-Kursker Bahnhofe über Tula ab. Die Strecke von Moskau bis Port Arthur läfst sich in folgende Unterabteilungen einteilen:

Russische Bahn.		
Moskau-Tula-Batraky	1102	km
Sibirische Bahn.		
1. Samara-Slatoust-Bahn, nämlich: Batraky-Samara-Ufa-Tscheljabinsk	1128	«
2. Westsibirische Bahn: Tscheljabinsk-Atschinsk	2000	«
3. Mittelsibirische Bahn: Atschinsk-Irkutsk	1254	«
4. Transbaikal-Bahn oder ostsibirische Bahn	1260	«
5. Mandschurische oder chinesische Ostbahn:		
a) Mantschurija-Charbin	935	«
b) Südliche Strecke: Charbin-Dalny-Port Arthur	1001	«
c) Zweigbahn nach Inkau	21	«
d) « « Talienwan	6	«
e) Charbin-Pogranitzschnaja	546	«
6. Kitaisky Rasjesd-Sretensk	261	«
7. Zweigbahn Taiga-Tomsk	88	«
8. Ussuri-Bahn: Wladiwostok-Chabarowsk	764	«
	10366	km
Dazu kommt		
die Baikal-Ringbahn um das Südufer des Baikalsees herum mit	259	«
die Strecke der Ussuri-Bahn Pogranitzschnaja-Wladiwostok mit	232	«
Die Fahrt Moskau-Wladiwostok beträgt	8457	«
« « « -Port Arthur «	8680	«

Die ganze Streckenlänge von 10857 km beträgt mehr, als ein Viertel der Äquatorlänge. Dem regelmäfsigen Betriebe übergeben wurde die Westsibirische Bahn am 1. Oktober 1896; die Mittelsibirische Bahn bis zur Stadt Krasnojarsk am 1. Januar 1898, bis Irkutsk am 1. Januar 1899; die Transbaikal-Bahn und zwar Irkutsk-Baikal-Mysowaja-Sretensk am 1. Juli 1900; die Verbindung bis zur Chinesischen Ost-Bahn am 1. September 1901; die Verwaltung dieser Strecke befindet sich in Irkutsk. Diese ungewöhnlich lange Eisenbahnlinie ist in Berücksichtigung der vielen sehr bedeutenden technischen und Förder-Schwierigkeiten in verhältnismäfsig kurzer Zeit erbaut. Wenn dabei manches, beispielsweise die Stationen, besonders auf der Chinesischen Ost-Bahn, noch die eilige und vorläufige Herstellung erkennen läfst, so ist der Betrieb doch schon ganz zufriedenstellend. Für die sibirischen Verhältnisse ist jedenfalls ein anderer Mafsstab anzulegen, man mufs froh sein, dafs man so bequem reisen und schon in 14 Tagen den fernen Osten erreichen kann, wozu früher viele Monate erforderlich waren. Der sibirische Exprefszug ging bis zum Beginn des Krieges zweimal in der Woche am Mittwoch und Sonnabend Abend 10 Uhr 40 Minuten von Moskau ab. Die Fahrt kostet von Petersburg bis Port Arthur in der I. Klasse 622 M., II. Klasse 400 M., worin Platzkarte und Bettwäsche einbegriffen sind. Das Gepäck kostet 1,45 M. für 1 kg. Die Fahrt dauert 13,5 Tage. Aufserdem ging jeden Montag und Donnerstag Abend um dieselbe Zeit noch ein Exprefszug bis Irkutsk ab. Wer sich auf halbem Wege zwei Tage ausruhen will, konnte also in Irkutsk den folgenden Zug erwarten. Im übrigen haben diese Irkutsker Züge den Vorteil, dafs sie weniger besetzt sind und man in ihnen bequemer und angenehmer fährt. Von Moskau bis Dalny verkehren sowohl Staats-Exprefszüge, als auch solche der internationalen Schlafwagen-Gesellschaft. Welche Züge die besseren sind, darüber gehen die Ansichten auseinander, auch hängt die Entscheidung dieser Frage vom Geschmacke und vom Zufalle ab. Die staatlichen Züge sind geräumiger und bequemer, die Waschräume, je einer an jedem Wagenende, sehr gut ausgestattet. Im internationalen Zuge befindet sich in jedem Abteile ein kleiner Waschraum, was zwar manche Annehmlichkeit hat, wodurch aber die Abteile beengt und der Waschraum ziemlich unbequem wird. Die innere Ausstattung ist im internationalen Zuge reicher, doch ist das Nebensache und nicht so wichtig, wie ein gröfserer Raum für das Handgepäck. Wenn man in Moskau den Exprefszug besteigt, ist man durch die Behaglichkeit, die Helligkeit der elektrischen Beleuchtung, durch die grofse Sauberkeit der Wagen angenehm überrascht, wenigstens war dieses im Zuge Nr. 2 bis Irkutsk der Fall. Die Bedienung ist höflich und aufmerksam, die Betten sind sehr gut, weich und sauber. In der I. Klasse befindet sich noch ein kleiner Saal, in dessen Mitte ein Divan, zwei Lehnstühle und Tisch dazwischen, an den beiden Seiten zwei Schlafdivans, die aufgeklappt vier Betten liefern; zwei grofse Karten, eine der Sibirischen Bahn, die andere von ganz Rufsland, hängen an der Wand. Nachts wird dieser kleine Saal mit einem schweren Vorhange vom Verbindungsgange abgeschlossen. Überall sind elektrische Klingeln

**) Organ 1903, S. 167, Taf. XXVII Abb. 1 u. 2.

*) Organ 1903, S. 167; 1904, S. 234.

für die Zug- und die Speisesaal-Bedienung angebracht, man fühlt sich wie in einem guten Gasthofe. Meist gehört zum Expreſszuge ein Wagen I. Klasse, zwei Wagen II. Klasse, dann der Speisewagen mit der Küche und ein Gepäckwagen. Auch der Speisesaal ist hell und sauber; an einem Ende steht ein Pianino, in der andern Ecke ein Glasschrank mit Bücherei, die ziemlich reichhaltig ist. Die Ausstattung besteht sonst aus kleinen Divans und Stühlen und davor kleinen Speisetischen für zwei bis vier Reisende. Gleich hinter dem Speisesaale befindet sich die Küche, sauber gehalten, mit mehreren Eisschränken für die Vorräte, dann ein gut ausgestattetes kleines Badezimmer und darin auch ein feststehendes Fahrrad zur Übung der Beine, ein Wannenbad kostet 4,32 M. Hat man sich alles angesehen, so kommt man zu der Überzeugung, daſs unter solchen Umständen die vierzehntägige Reise gen Osten garnicht so schlimm sein kann, und in der Tat vergeht die Zeit angenehm, man fühlt sich auch nicht ermüdet, da man sich frei bewegen kann. Kommt man abends in sein Abteil zurück, so ist alles zum Schlafen bereit, man kann sich mit Behagen zur Ruhe legen. In der II. Klasse findet man keinen wesentlichen Unterschied, nur ist die Ausstattung einfacher. Im Expreſszuge fahren die meisten Reisenden II. Klasse. Der Speisesaal ist für beide Klassen gemeinschaftlich. Dort verbringt man die meiste Zeit, um sich zu unterhalten.

Der Zug hält auf den gröſseren Stationen 20 bis 30 Minuten, um Wasser zu nehmen oder andere Züge abzuwarten. So hat man Gelegenheit, öfter im Freien zu gehen und photographische Aufnahmen herzustellen, ohne eilige Mahlzeiten einnehmen zu müssen. Unterwegs wird viel Schach oder Karte gespielt. Zug Nr. 2 bis Irkutsk, der vom Verfasser benutzt wurde, bot noch eine besondere Annehmlichkeit dadurch, daſs sich am Ende des letzten Wagens ein geräumiges Aussichts-Abteil mit acht Stühlen und kleinen Tischen befindet. Hat man sich nach der ersten im Zuge verbrachten Nacht von dem starken Staube gesäubert und angekleidet, so bildet der Speisesaal den Hauptaufenthalt. Im staatlichen Zuge gibt es keine festen Mahlzeiten, das Frühstück wird nach Auswahl bestellt, das Mittagessen besteht aus 4 Speisen und Kaffee. Letzteres kostet mit einem Glase Krimwein 2,7 M. und ist von 1 bis 5 Uhr zu haben. Im internationalen Zuge dagegen ist es nötig, alles 1 bis 2 Stunden vorher zu bestellen, weil man sonst weder Platz noch Speisen bekommt. Die Beköstigung im staatlichen Zuge ist bedeutend besser und billiger, hier reichen 6,5 M. für den Tag gut aus, im andern sind 8,5 bis 10,8 M. erforderlich; darin sind die Getränke enthalten. Nimmt man selbst Vorräte mit, so kann man sich billiger einrichten, insbesondere können sich Familien den Tee selbst bereiten.

Die Fahrt von Moskau über Tula, Riaschsk, Morschansk und Pensa bis Sysran bietet nichts Bemerkenswertes, sie geht durch die Steppe.

1. Samara-Slatoust-Tscheljabinsk.

Das erste bemerkenswerte und sehr sehenswerte Bauwerk ist die groſse Wolga-Brücke, 8,5 km hinter der Station Batraky am Ufer der Wolga im Simbirskischen Gouvernement. Jenseits der Brücke tritt die Bahn in das Samarasche Gouvernement. Diese »Alexanderbrücke« hat 1440 ^{m} Länge, ist von Ingenieur Professor Beleliubsky entworfen und von den Ingenieuren Michailowsky und Beresin in den Jahren 1875 bis 1880 erbaut, ein groſsartiges Bauwerk und bisher die einzige feste Brücke über die Wolga in ihrem mittlern und untern Laufe. 124 km von Batraky folgt die Station Samara, kurz vorher wird der Fluſs gleichen Namens mit einer Brücke von 256 ^{m} übersetzt. Die Gouvernementsstadt Samara hat 92000 Einwohner, liegt schön auf dem linken hohen Ufer der Wolga, das rechte Ufer wird von den hohen und malerischen Schigulischen Bergen gebildet. Bei Samara wendet sich die Wolga plötzlich nach Westen. Samara ist eine neuere, saubere Stadt und hat in ihrer Umgegend verschiedene gröſsere, ziemlich besuchte Kumysanstalten. Die Stadt ist ein bedeutender Handelsplatz, im Jahre 1899 wurden von dort 91,2 Millionen kg Frachten auf der Bahn befördert. Der Jahresumsatz des Samaraschen Gouvernements beträgt über 108 Millionen M. Auch entwickelt sich hier ein bedeutender Schiffsverkehr, die Mündung der Samara bildet einen geeigneten Hafen für mehr als 50 Dampfer. Die Wolga ist hart bei der Stadt von bedeutender Tiefe. Die Stadt entstand im Jahre 1688 aus einer kleinen Festung gegen die Kirgisen. Sie hat 23 griechische, eine protestantische, eine katholische Kirche und ein mohamedanisches Metschet, ferner zwei Gymnasien, eine Realschule, ein Seminar und noch zwei weibliche Privatgymnasien, fünf Krankenhäuser, Bibliothek, Theater, einen hübschen Stadtgarten. 41,5 km hinter Samara erreicht die Bahn die Station Kinel, wo jetzt die Bahn nach Orenburg abzweigt. Diese Strecke gehörte früher zur Samara-Orenburger Bahn, die in den Jahren 1875 und 1876 erbaut wurde; gegenwärtig bildet die Strecke Samara-Slatoust die Hauptbahn. Diese letztere geht in nordöstlicher Richtung dem Uralgebirge zu. Bei km 304 liegt die Kreisstadt Buguruslan mit 14500 Einwohnern, bekannt durch ihre Kumysanstalten. Der Kumys ist hier von ganz besonderer Güte, die Anstalten sind es weniger, sondern höchst urwüchsig und nach heutigen Ansichten ungenügend eingerichtet. Die Gegend zeigt hier nur die Eigenart der Steppe. — Hinter Buguruslan erblickt man einen Ausläufer des Obschtschy-Syrt, an dem sich die Bahn längere Zeit in geringerm oder gröſserm Abstande hinzieht. Auf den gröſseren Stationen bieten Weiber und Kinder der Kirgisen, Tataren und Mordvinen Milch, Kumys, Früchte und andere Erzeugnisse an. Gegen Abend nähert sich der Zug der Stadt Ufa, die Bahn verläſst die Steppe, das Gelände wird wellenförmig, es zeigt sich schon hin und wieder etwas Wald und um 10 Uhr abends hält der Zug auf der Station Ufa. Kurz vorher schneidet die Bahn die Belaja mit einer Brücke von 640 ^{m}. Ufa liegt 648 km von Batraky mit 50600 Einwohnern links von der Bahn malerisch am Bergabhange. Schon um 1575 gegründet, ist sie die eigentliche Heimat der Baschkiren. Seit 1782 ist Ufa Gouvernementstadt. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurde hier mit der Ausbeutung des Baschkirenlandes begonnen, besonders die Gewinnung von Kupfererz betrieben. Um das Jahr 1800 wurden die Baschkiren nach Art der südrussischen Kosaken gegliedert. Im Krimkriege erschienen sie in den Ostseeprovinzen, noch teilweise mit Bogen und Pfeil bewaffnet und Schrecken verbreitend, obgleich sie ein ziemlich harmloses Volk waren.

Von 1863 an sind sie zu friedlichen Landbewohnern ausgebildet. Nach Einigen sind die Baschkiren finnisch-mongolischer Abstammung, nach Anderen gehören sie zur Gruppe der Altai-Völker und sind mit den Magyaren verwandt, vorherrschend noch jetzt mohamedanischen Glaubens. Im Winter wohnen sie in dürftigen Häusern oder Hütten, im Sommer ziehen sie in ihren Filz-Kibitken umher. Ihre Beschäftigung ist vorherrschend Viehzucht, Ackerbau treiben sie nur wenig; ihre Kleidung ist ähnlich derjenigen der Tataren. Im Ufaschen Gouvernement leben 1000000 Baschkiren, 90000 Einwohner griechischen Bekenntnisses, 100000 Juden. Das Gouvernement hat 150 Fabriken mit einem Umsatze von 17,3 Mill. M.

Hinter der Station Ufa wird die Gegend vielgestaltiger, die Bahn hebt sich auf die Wasserscheide der Ufa und Belaja, übersetzt erstere unweit der Station Urakowa mit einer Brücke von 320 m Länge, ebenfalls von Professor Beleliubsky entworfen. Unweit Urakowa liegen die Fabriken von Krestownikow, welche jährlich über 5700 t Talg liefern, das hauptsächlich zu Schiff verfrachtet wird. In km 752 liegt die Station Balaschowskaja, hinter der die Bahn ins Gebiet des Ural tritt, nämlich in das Tal der Sima, die sie viermal schneidet. In km 771 folgt die Station Minjar, in deren Nähe die Minjarschen Eisenwerke liegen, die über 11450 t Eisen und 9820 t Stahl jährlich herstellen. Hierauf folgen die Stationen Simskaja in km 785 am Bergabhange, 8,5 km davon die Eisen- und Stahlwerke von Balaschew, mit 14750 t Gufseisen- und gegen 6530 t Stahl-Erzeugung im Jahre, ferner die Station Kropatschewo. 24,5 km davon die Nikolajewschen Gufseisenwerke. Hinter dieser Station senkt sich die Bahn ins malerische und reizvolle Tal des Jurussan-Flusses hinab und schneidet diesen mit einer 140,5 m langen Brücke. Zwischen engen Felsen liegt hier die Station Ust-Kataw, in deren Nähe sich die Eisenwerke gleichen Namens befinden, mit 5000 t Jahreserzeugnis. Die Berge sind vielfach zerklüftet mit zahlreichen Höhlen, die untereinander vielfach durch schmale Gänge verbunden sein sollen. Von der Station Ust-Kataw liegt die Bahn auf dem rechten Ufer des Jurussan-Flusses meist in tiefen Felseinschnitten, deren hohe Wände fast senkrecht stehen und durchweg Sprengung des Granitfelsens bedingten. In km 844 folgt die Station Wiasowaja, von hohen, teils mit Nadelwald bedeckten Bergen umgeben, in schöner Lage nahe dem Jurussan-Flusse mit vielen Inseln; 9,6 km von der Station folgen wieder grofse Eisenwerke und 28,7 km weiter die Eisenwerke von Kataw und Iwanowsky, die mit 32700 t Jahreserzeugnis an Gufseisen und Stahl zu den gröfsten im Ural gehören. Die Bahn geht immer noch durch tiefe Felseinschnitte, schneidet häufig kleinere Flüsse, erreicht bei km 864 die Station Mursalimkano und bei km 893 Suleja. 19,2 km davon entfernt liegen die Satkinschen Staats-Eisenwerke. Die Ansiedelung besteht aus 10000 Seelen der verschiedensten Sekten. Das Werk zählt gegen 2000 Arbeiter, erzeugt 13100 t Gufseisen zur Versendung und 4100 t für Erzeugung von Stahl und Flufseisen zu Artilleriezwecken. Diese Werke wurden 1824 von Kaiser Alexander I. besucht. 22,4 km entfernt befinden sich die Bakalskyschen Erzlager, wohl die reichsten in ganz Rufsland, die Mächtigkeit soll 6550000 t betragen. Weiter folgen dann die Stationen Berdiausch, von wo aus eine Zweigbahn von 24,5 km zu den Satkinschen Werken gelegt ist, und Tundusch. Von hier wendet sich die Bahn mehr nach Osten zum Tale des Aiflusses, schneidet diesen mit einer Brücke von 64 m, steigt hierauf wieder und nähert sich nun der Station Slatoust. Die Fahrt über und durch den Ural bis Slatoust ist wahrhaft grofsartig, die Bahn windet sich fast ausschliefslich in Entwickelungen durch die Flufstäler, an den steilen Hängen mit starken Steigungen und sehr scharfen Bogen, mit grofsem Geschicke, aber doch für den Betrieb zu genau dem Gelände angepafst. Die Gegend erinnert zum Teil an die Schwarzwaldbahnen, nur vermifst man die Lieblichkeit und Anmut der Täler, die Vielseitigkeit und Häufigkeit der Ortschaften, die hohe Bewirtschaftung. Hier sieht man nur selten einige, meist elende Hütten, und da die Werke meist nicht in unmittelbarer Nähe der Bahn liegen, so macht die Gegend bei aller Grofsartigkeit der wilden, felsigen Landschaft doch einen düstern Eindruck.

Die Stadt Slatoust liegt 586 m über dem Meere, 2 km vom Bahnhofe am Aiflusse, hat 24000 Einwohner, ist seit 1865 Kreisstadt und Mittelpunkt für die Ural-Werke. Sie hat vier griechische und eine katholische Kirche, mehrere Stadt- und Gewerbe Schulen, zwei Krankenhäuser, zwei Gesellschaftshäuser. Die Slatouster Werke liefern über 9800 t Gufs, über 16400 t Eisen und 4900 t Stahl, sie führen viele Bestellungen der Krone aus. Hinter Slatoust beginnt die beachtenswerteste Stelle der Bahn, die nun allmählich den Kamm des Ural ersteigt und durchschneidet. Bei Urschumka in km 987 sieht man wilde Felsgebilde. Rechts von der Bahn steht eine Steinpyramide mit der Inschrift »Europa« auf der einen und »Asien« auf der andern Seite. Hier erreicht die Bahn ihren höchsten Punkt im Ural. Die Gegend ist ziemlich bewaldet und bietet dadurch eine angenehme Abwechselung. Von hier senkt sich nun die Bahn in vielen Windungen. Längere Zeit bemerkt man, bald zur rechten, bald zur linken Seite die Gipfel des 1060 m hohen Alexander-Berges aus starren, nackten Felsen. Die Bahn durchschneidet hier den asiatischen Teil des Orenburger Gouvernements.

Der Ural besteht meist aus Granit und Gneis, daneben aus Basalt und Schiefer. Bei km 1010 erreicht der Zug die von Bergen eingeschlossene Station Syrostan, dann wendet sie sich mehr nach Nord-Ost, schneidet den kleinen Syrostan-Flufs zweimal, sodann bei km 1017 den Atlian, überschreitet die Wasserscheide dieses und des Miassflusses, schneidet letzteren und nähert sich der Station Miass. Der östliche, asiatische Teil des Orenburger Gouvernements ist 107000 qkm grofs. Die östlichen Abhänge des Ural enthalten viel Gold, Kupfer- und Eisenerze. Ungefähr 53 km südlich von der Samara-Slatoust-Bahn liegen die wichtigsten Goldgruben. Von der etwa 8,67 t betragenden Ausbeute an Gold aus dem Ural liefert der asiatische Teil des Orenburger Gouvernements etwa 40 %. Viele Seen, mit süfsem, salzigem und mineralhaltigem Wasser bieten manch hübsches landschaftliches Bild. Die höchste Wärme beträgt + 30°, die geringste — 39° R. Das Klima ist rauh, aber gesund. Vor dem Ural wachsen vorherrschend Tannen, Fichten, Lärchen, sibirische Tannen und Birken, dazwischen kommt auch noch die Linde und Eiche vor, hinter dem Ural verschwinden jedoch die beiden letzteren völlig. Die Station Miass liegt bei km 1032 an den

Abhängen der Ilmen-Berge und am Ufer des gleichnamigen Sees von 570 qkm Fläche; 4,6 km davon liegen die Miasschen Werke, früher mit Kupferbergbau, jetzt jedoch nur eine gröfsere Ansiedelung von 14000 Seelen bildend. Gegen 21 km entfernt liegen die Kaiser Alexander-Werke für Goldsandgewinnung, in denen der Kaiser im Jahre 1824 selbst gearbeitet haben soll. Seine Werkzeuge sind im dortigen Museum zum Andenken aufbewahrt. Die Werke beschäftigen gegen 3000 Arbeiter. Miass versendet viel Getreide und Vieh. Nicht weit entfernt liegt der See Tscherbarkull, wo einst eine kleine Festung stand, die aber von Pugatschoff zerstört wurde. Hinter der Station Miass durchläuft die Bahn noch schöne, wilde Gegenden, senkt sich in vielfachen Schlangenwindungen stark abwärts und nähert sich der Station und Stadt Tscheljabinsk, dem Endpunkte der Samara-Slatoust-Strecke der grofsen Sibirischen Bahn. Tscheljabinsk liegt über 4 km vom Bnhnhofe.

2. Die westsibirische Bahn Tscheljabinsk-Atschinsk, 2000 km.

Um die Mittagszeit hält der Expresszug auf der Station Tscheljabinsk etwa 45 Minuten, was zur Besorgung der Post und für sonstige Geschäfte sehr willkommen ist. Hier herrscht ein lebhaftes, buntes Treiben auf dem Bahnsteige und im Bahnhofe, ein Gemisch von Europäern und Asiaten, von europäischem Behagen und asiatischem Schmutze. Baschkiren, Tataren und allerlei andere sibirische Völker erblickt man, Männer, Frauen und Kinder auf dem Bahnsteige liegend und sitzend, essend oder schlafend den Zug erwartend, sodann wieder Tomsker Studenten, ferner Beamte, Offiziere, echte sibirische Kaufleute drängen am Postzuge, während die Reisenden des Exprefszuges sich ruhig und gelassen Bewegung machen, ihrer Plätze und der Verpflegung im Speisewagen sicher.

Die Kreisstadt Tscheljabinsk im Orenburger Gouvernement liegt auf beiden Ufern des Miass-Flusses 160 m über dem Meere, hat 18500 Einwohner und ist von Petersburg 2875 km und von Wladiwostok 6227 km entfernt. Die Stadt ist im Jahre 1668 gegründet, auch hier war ursprünglich nur eine kleine hölzerne Festung zum Schutze gegen die Baschkiren errichtet. Zur Zeit des sibirischen Aufstandes hat die Stadt manches zu leiden gehabt und war Mittelpunkt für die sibirische Armee. Jetzt nimmt Tscheljabinsk eine ziemlich wichtige Stellung für den Getreidehandel ein, hat ein Mädchen-Gymnasium, eine vierklassige Knabenschule, mehrere Stadtschulen und soll in nächster Zeit eine Realschule erhalten, auch sind Krankenhäuser, Bücherei, ein allgemeiner Klub, ein Volkstheater, eine Abteilung der Staatsbank, verschiedene Privatbanken, mehrere Verfrachtungsgeschäfte und Gasthäuser vorhanden. Von hier werden jährlich 50000 Felle, 61500 hl Branntwein und 1638 t Talg versandt. 8,5 km von der Stadt liegt ein bedeutender Salzsee, dessen Ufer im Sommer vielfach von Kurgästen besucht werden. Im Jahre 1898 wurden zum grofsen Teil nach Libau, Reval und Rostow an 65500 t Getreide versandt.

Mit der Station Tscheljabinsk beginnt die eigentliche westsibirische Bahn. Die Gegend bietet anfangs nichts Bemerkenswertes, die Steppe herrscht vor, und nur hin und wieder sieht man etwas Birkengestrüpp. Die Bahn geht bis zum Ob fast auf dem 55° nördlicher Breite nach Osten. Die ganze Strecke bis Irkutsk beträgt 3254 km, bis Atschinsk 2000 km, die ersten 213 km liegen noch im asiatischen Teile des Orenburger Gouvernements, hinter welchem das Tobolskische beginnt. Bei km 257 liegt die Station Kurgan unweit der Stadt gleichen Namens mit Lagerhaus und Ausbesserungswerkstätten. Die Stadt Kurgan hat 10600 Einwohner und liegt auf dem rechten Ufer des Tobel. Hier sind noch Reste des einstigen Tataren-Walles von 8,5 m Höhe vorhanden. Im Jahre 1799 lebte hier v. Kotzebue in der Verbannung, sowie bis zum Jahre 1845 verschiedene Dekabristen aus bekannten vornehmen Familien. Im Jahre 1837 besuchte der nachmalige Kaiser Alexander II. als Thronfolger die Stadt. Mehrere grofse Jahrmärkte werden hier abgehalten für Getreide, Talg, Butter, Fleisch, Wild, Fisch, mit einem Jahresumsatze bis zu 8,65 Millionen M.

Bei km 263 schneidet die Bahn den Tobel mit einer Brücke von 470 m Länge. Bei km 523 liegt die Station Petro-Pawlowsk, 2 km von der Stadt. Die Zwischenstationen sind für den Handel nicht unwichtig, denn sie versenden im Jahre über 50000 t an Erzeugnissen der Landwirtschaft und der Viehzucht. Bei km 514 wird der Ischim-Flufs mit einer Brücke von 213 m geschnitten. Die Stadt Petro-Pawlowsk hat gegen 21600 Einwohner, ist 1752 gegründet, zuerst nur als kleine Festung gegen die Kirgisen. Sie liegt am Ischim, Nebenflufs des Irtisch. Das stellenweise breite, fruchtbare Tal des Ischim dient den umherziehenden Kirgisen im Sommer als guter Weideplatz, Petro-Pawlowsk ist deshalb ein wichtiger Punkt für die Viehzucht und hat 32,5 Millionen M. Jahresumsatz. Unweit der Stadt liegen mehrere Seen mit bitterm, salzigem Wasser. Die nun folgende Strecke bietet nichts Bemerkenswertes, die Bahn durchfährt fünf kleine Stationen, von denen Isil-Kull bei km 657 die bedeutendste mit 1640 t Fracht im Jahre ist. Dann folgt die Station Omsky-Post, von welcher eine kleine Zweigbahn für Bedürfnisse der Bahn selbst zum Irtisch führt, zum Holzplatze, zur Sägemühle, Ziegelei. Bei km 792 überschreitet die Bahn den Irtisch mit einer Brücke von 640 m. 2 km hinter der Brücke liegt die Station Omsk, etwa 3 km von der Stadt gleichen Namens entfernt. Gleich hinter der Brücke wendet sich die Bahn stark nach links, man sieht längere Zeit die Stadt mit ihren vielen, weifs getünchten Häusern. Die Stadt liegt am Om und Irtisch, hatte 1897 etwa 38000 Einwohner, 1901 bereits 53000, war früher eine der stärksten sibirischen Festungen und Sitz des General-Gouverneurs von West-Sibirien. Einst wurden nach Omsk viele politische Verbrecher verschickt. In den Jahren 1849 bis 1853 safs im Omsker Gefängnis der russische Schriftsteller Dostojewsky, mit ihm der russische Dichter Durow. Jenes Haus, wie auch die Festungswälle bestehen nicht mehr, nur ein altes Tor ist der Erinnerung wegen stehen geblieben. Omsk hat sechszehn griechische Kirchen, eine katholische und eine protestantische, eine Synagoge und ein mohamedanisches Metschet, sodann ein Mädchen-Gymnasium, ein Mädchen-Progymnasium, ein Lehrer-Seminar, eine technische Eisenbahnschule und mehrere Stadt- und andere niedere Lehranstalten, ferner sechs Wohltätigkeitsanstalten, ein allgemeines Gesellschaftshaus und ein Militär-Kasino. Es fehlt auch nicht an Theater, Bibliothek, photographischen Anstalten und Krankenhäusern. Seit Eröffnung der Bahn ist die Zahl der gewerblichen Anlagen bedeutend ge-

stiegen, zur Zeit giebt es solcher im Ganzen 154. In Omsk sind viele grofse russische Handelshäuser vertreten, zwei Verfrachtungsgesellschaften und ein recht gut eingerichtetes Gasthaus. Der Jahresumsatz des Handels wächst von Jahr zu Jahr und beträgt 21,6 Millionen M. Die Eisenbahnstation Omsk ist eine der gröfsten der ganzen sibirischen Bahn, hat bedeutende Werkstätten, Vorratslager und grofse Lokomotivschuppen. Zur Zeit wird das Stationsgebäude bedeutend erweitert. Auf dem im Altai entspringenden Irtisch herrscht bedeutender Schiffs-, auch Dampferverkehr mit einer Ladungsfähigkeit von 280 000 t, doch fliefst der Irtisch nur etwas über 1000 km durch russisches Gebiet, sein oberer Lauf liegt in China. Sein linkes Ufer ist meist flach, das rechte hoch, eine immer wiederkehrende Erscheinung fast aller in Rufsland und Sibirien nach Norden fliefsenden Ströme; seine Breite beträgt 1060 bis 1500 ^{m}, die Länge seines Laufes 4260 km. Das Wasser steigt im Frühjahre bis zu 12,8 ^{m} und überschwemmt ein weites Gebiet. An Fischen ist der Irtisch sehr reich und der Fang wird lebhaft betrieben. In Omsk ist der Irtisch bis zu sieben Monaten für die Schifffahrt eisfrei, in Tobolsk jedoch nur gegen sechs Monate.

Von der Station Omsk läuft die Bahn längs des Om und tritt wieder in das Tobolskische Gouvernement. Nun folgen die Stationen Karmilowka und Schadrinsk bei km 915, bemerkenswert dadurch, dafs in ihrer Nähe gegen 5000 Letten und Esten ansässig sind. Die Gegend ist steppenartig und bietet nichts Sehenswertes. Weiter folgt die Station Tatarskaja mit vielen Butteranstalten in der Nähe, auch wird von hier viel Getreide versandt. 12,8 km von der Station Kainsk liegt die Stadt gleichen Namens, 1722 zuerst als kleine Festung gegen Tataren, Kirgisen und Kalmücken gegründet, jetzt mit 6000 Einwohnern am Ob. Der Handel ist hier nicht sehr bedeutend, Branntwein, Leder für 850 000 M. jährlich. 21 km südlich befindet sich ein See mit Mineralwasser, ähnlich dem von Karlsbad, Franzensbad und Essentucky, aber für den Kurgebrauch ist noch garnichts geschehen. Bei den Tataren und Kirgisen ist sehr guter Kumys zu haben. Hierauf folgen mehrere kleine Stationen ohne besondere Bedeutung, dann bei km 1413 die Station Kriwotschekowa mit Verpflegungsgelegenheit, unweit davon die Stadt Kolywan mit 12 000 Einwohnern. Von hier wird gegen 33 000 t Getreide versandt, meist nach Petersburg, Reval, Riga und Libau. 4 km weiter schneidet die Bahn den Ob mit einer langen Brücke von 794 ^{m}. Der Ob, von den Tataren Omar, von den Ostjaken Ass und von den Samojeden Kuai genannt, ist der Hauptflufs von Westsibirien und entspringt aus dem Teletzk-See im Altai-Gebirge, hat eine Lauflänge von rund 3400 km, innerhalb des Tomskischen Gouvernements eine Breite von 750 bis 1800 ^{m}, im Tobolskischen jedoch von 1600 bis 3200 ^{m}, bei seiner Mündung in den Obschen Meerbusen aber über 21 km. Die Tiefe beträgt 4,27 bis 43 ^{m}, trotzdem ist er in seinem untern Laufe bei der Stadt Beresowka nur 4,5 Monate eisfrei. Auch der Ob ist an guten Fischen reich. Seine Anwohner beschäftigen sich vielfach mit Fischfang und in Tobolsk wie in anderen Orten sind in neuester Zeit mehrere Fischräuchereien errichtet worden. Die ganze Ausdehnung des schiffbaren Obgebietes ist etwa 16000 km, die Wasserläufe dienen schon lange als billiger Verkehrsweg zwischen Asien und Europa. Der Ob-Jenissei-Kanal würde daher bei richtiger Anlage für den sibirischen Handel eine wichtige Rolle spielen, denn auf diese Weise hätte man einen Wasserweg von 5300 km zwischen Irkutsk und Tjumen, auch ist in der Zukunft vielleicht auf eine andere Schiffsverbindung durch das Karische Meer oder gar auf die Ausführung der Bahn von Obdorsk zum Chaipudirschen Meerbusen zu hoffen, für die 1902 vom Ingenieur P. v. Götte die ersten Voruntersuchungen ausgeführt wurden.

7,5 km hinter der Ob-Brücke liegt die Station Ob auf dem rechten hohen und schönen Ufer, wogegen das linke ziemlich flach ist. Vor Erbauung der Bahn war hier das ganze zum Flusse abfallende Ufer mit schönem Nadelwalde bedeckt, die Anlage der Station mit Vorratlager und Werkstätten hat das meiste davon leider vernichtet. Von der Station ist ein besonderes Gleis von etwa 3 km Länge zum Hafen geführt.

Um die hier erbaute griechisch-orthodoxe Kirche hat sich bereits eine grofse Ansiedelung gebildet; seitens der Krone wurden Grundstücke zu einem Pachtzinse von 5,4 bis 21,6 M. auf dreifsig Jahre vergeben. An den Sonntagen finden ziemlich grofse Märkte statt, für die die Waren auf 200 und mehr Kilometer angeführt werden. Auch eine grofse Monopol-Niederlage für 24 500 hl Branntwein ist hier errichtet.

Gleich hinter dem Ob zeigt die Gegend veränderte Beschaffenheit, die Steppe hört völlig auf, die Berge treten wieder näher heran, die Bahn läuft von hier bis zur Station Taiga in mehr nordöstlicher Richtung. Sie erhebt sich zuerst auf die Höhe des Sokurskischen Bergrückens, dann geht sie durch malerische Gegenden in verschiedenen Flufstälern auf und ab. Bei der Station Sokur in km 1458 befindet sich eine grofse Dampfmühle von Schernikow, welche jährlich gegen 1000 Wagenladungen versendet. Von km 1547, der Station Bolotnoje, senkt sich die Bahn, schneidet zuerst die Lebaschje und dann den Tomflufs mit einer Brücke von 510 ^{m}, nach dem Entwurfe von Professor Beleliubsky zwischen hohen Ufern ausgeführt. Hierauf folgen zwei kleine Stationen, Polomoschnaja und Litwinowa; bei letzterer liegt das Dorf Majanowskaja, hoch und trocken von Fichtenwald umgeben, weshalb dieser Ort von Brustleidenden besucht wird. Überhaupt zeigt die Gegend hier abwechselnd Birken- und Nadelwald, ein Anblick, den man vom Ural an fast nicht gehabt hat. 8,5 km davon befinden sich bedeutende Kalkbrüche. Bei km 1650 erreicht die Bahn nun die Station Taiga, von der eine 88 km lange Zweigbahn zur Universitätsstadt Tomsk führt. Taiga liegt in einer öden Gegend, von der sie ihren Namen hat. Unser Zug erreichte den Ort bei herrlichem Sommerwetter und 27,5 ^{0} C. Wärme nachmittags, am am andern Morgen war es aber plötzlich recht kalt, kaum 7,5 ^{0} C., eine Erscheinung, die in Sibirien häufig vorkommt. Die Gegend ist völlig flach, sumpfig und öde und bleibt so auf längerer Strecke. Es folgen drei kleine Stationen und dann bei km 1800 Mariinsk, in deren Nähe die Kreisstadt mit 8300 Einwohnern am Kuiflusse liegt, einst ein Dorf, welches 1856 zur Stadt erhoben wurde. 2 km weiter schneidet die Bahn den Kui mit einer Brücke von 213 ^{m}, dann folgen bei km 1822 die Station Susslowo, von wo alljährlich gegen 2450 t Getreide versandt wird, dann zwei kleine Stationen, Tiaschin und Itat, und zwei Brücken über den Itat und Kossul. Bei km 1931 erreicht die Bahn die

Station Bogotol mit Vorratlager und Werkstätten. 6,4 km von hier liegt das grofse Kirchdorf Bogotolskoje mit 4673 Einwohnern, von wo nach Ostsibirien Hafer, Mehl und Hanföl ausgeführt wird. Hinter der nächsten Station Krasnaja bei km 1964 fällt die Bahn ins Tal des Tschulimflusses ab, überschreitet die Grenze des Tomskischen und Jenisseischen Gouvernements und hiermit den Tschulimflufs mit einer Brücke von 277 m, nach dem Entwurfe von Beleliubsky ausgeführt. Hierauf folgt bei km 2000 die Station Atschinsk, von der die Kreisstadt gleichen Namens mit 7026 Einwohnern 2 km entfernt ist. Sie liegt auf dem rechten Ufer des Tschulim an der alten sibirischen Poststrafse. Die Stadt ist im siebenzehnten Jahrhundert gegründet, ihr Handel ist nicht bedeutend, vorherrschend wird von hier Kiachtaer Tee auf dem Wasserwege ausgeführt. Die Umgegend ist für Ackerbau geeignet, man kann daher ein Aufblühen von Atschinsk mit der Zeit erwarten.

Hier endet die westsibirische und beginnt die mittelsibirische Bahnstrecke, doch hat diese Teilung gegenwärtig keine Bedeutung mehr, indem man meist die Strecke Tscheljabinsk-Irkutsk die »sibirische«, von Irkutsk bis zur chinesischen Grenze die Transbaikalbahn nennt.

3. Die mittelsibirische Bahn.

Hinter Atschinsk bekommt die Bahn sehr bald eine andere Beschaffenheit. Die Gegend wird wieder bergig, zuerst schneidet die Linie den Ului, hinter der Station Tarutino schneidet sie die Tschornaja und erreicht bald darauf die Station Tschernoretschenskaja bei km 2038. Dann wird der grofse Kemtschug-Flufs mit einer Brücke von 53 m geschnitten und bei km 2086 die Station gleichen Namens erreicht. Dann steigt die Bahn stark auf die Wasserscheide des zum Obgebiete gehörenden Kemtschug und der Katscha, Nebenflufs des Jenissei, hinan und erreicht hier den höchsten Punkt der Strecke Ob-Krasnojarsk, ein technisch sehr schwieriger Übergang. Nun folgen zwei kleine Stationen, Katscha und Minino und bei km 2177 Krasnojarsk. Der Bahnhof hat ein grofses steinernes Empfangsgebäude mit Wirtschaft, bedeutende Werkstätten für 1500 Arbeiter, ein Krankenhaus von 20 Betten, grofse Vorratspeicher. In der Nähe der Station hat sich bereits eine gröfsere Ansiedelung gebildet, auch befindet sich hier die erste sibirische, technische Eisenbahnschule. Von der Station führt eine Zweigbahn von 3 km zum Hafen auf dem rechten Ufer des Jenissei, hauptsächlich für Zwecke der Bahn selbst angelegt.

Die Stadt Krasnojarsk liegt 277 m über dem Meere in hübscher Gegend am Jenissei, der sich hier aus seinem engern Bette in ein breiteres ergiefst, dabei hübsche Inseln bildend. Das rechte Ufer besteht aus recht hohen Bergen mit der hervorragenden Bergspitze des Tokmak und den Bataiskischsn Höhen, welche vorherrschend aus Porphyr bestehen. Auf dem linken Ufer befindet sich der Berg Tschornaja Sopka, dessen Gipfel aus wagerecht gelagerten Felsmassen von dunklem Jaspis bestehen. Unweit der Bahn zeigt sich der Afontow-Berg, aus rotem Sandstein mit rotem Mergel überdeckt, von welchem die Stadt ihren Namen haben soll. Der Berg läuft zum Flusse hin in eine malerische Spitze aus, auf deren Höhe eine kleine, weit sichtbare Kapelle steht. Die Stadt ist im Jahre 1762 gegründet und 1822 zur Gouvernementsstadt erhoben. Sie ist regelmäfsig gebaut. Im Mittelpunkte befindet sich ein grofser öffentlicher Garten, die Strafsen sind ungepflastert mit Holzfufssteigen. An Kirchen gibt es hier elf griechische, eine katholische, eine protestantische und eine Synagoge. Die Stadt hat ein klassisches Knaben- und ein Mädchen-Gymnasium, ein Seminar, eine Eisenbahnschule und mehrere städtische und andere Schulen. In der Nähe von Krasnojarsk liegen 66 gewerbliche Anlagen mit einem Jahresumsatze von 1,7 Millionen M., woran die Eisengiefserei mit 430 000 M. Umsatz am höchsten beteiligt ist. Verschiedene Handelshäuser, Verfrachtungsgesellschaften, eine Abteilung der Reichsbank, sowie der sibirischen Handelsbank sind vertreten.

Der Jenissei hat seinen Namen von dem tungusischen Worte Jonesy »grofses Wasser«, das Gebiet seines Nebenflusses Abakan enthält goldführende Lagen, Steinkohlen, Kupfer- und Eisenerze. Von der Grenze des Atschinskischen Kreises bis Krasnojarsk fliefst der Jenissei durch sehr bergiges Gelände, unterhalb der Stadt jedoch hat er schon eine Breite von 1600 m und mehr. In seinem unteren Laufe erreicht er Breiten bis 5300 m. Sein ganzer Lauf ist 3300 km lang, die Länge seines Meerbusens beträgt noch 265 km bei Breiten von 32 bis 53 km. Im Frühjahre tritt er weit aus, an Fischen ist er ziemlich reich, doch stehen sie an Güte denen des Ob bedeutend nach. Im gröfsten Teile seines Laufes ist er schiffbar, bis zur Stadt Jenisseisk sogar für See-Dampfer.

Kurz hinter der Station Krasnojarsk schneidet die Bahn den Jenissei mit einer der ansehnlichsten Brücken der ganzen sibirischen Bahn mit 925 m Länge in sechs Weiten von 144 m und zwei Öffnungen von 21,3 m. Der Überbau ist nach dem Entwurfe des Professors Proskuriakow aus Flufseisen der Tagilschen Werke hergestellt, die Brücke ist vom Unternehmer Ingenieur von Knorre ausgeführt. Hinter der Brücke folgt bei km 2182 die Station Jenissei auf dem rechten Ufer, zu dem ein Nebengleis von 1,5 km hinführt. Hierauf folgen vier unbedeutende Stationen und mehrere Brücken von 43 und 53 m Weite über kleine Flüsse, dann bei km 2309 die Station Oltschinskaja. Hier wird einiges Getreide, besonders jedoch Cedernufs bis zu 164 t versandt. Hinter der Station fällt die Bahn ins Tal der Rybnaja und schneidet diese mit einer 123 m langen Brücke. Nach drei kleinen Zwischenstationen tritt die Bahn ins Tal des Kanflusses, damit in ebeneres Gelände und folgt dem Flusse bis zur Station Kansk bei km 2420. Kansk hat 7500 Einwohner, ursprünglich war hier nur eine kleine Ansiedelung, seit 1823 ist sie zur Stadt erhoben. 2 km hinter der Station geht die Bahn über den Kanflufs mit einer Brücke von 256 m in vier Öffnungen. Auf der folgenden Strecke bis zur Station Taischet durchfährt die Bahn ein reiches, bisher noch gar nicht ausgebeutetes Kohlenbecken mit fünf Stationen und dann folgt bei km 2587 die Station Taischet. Weiter schlägt die Bahn stark südöstliche Richtung nach Irkutsk ein. Hier folgt auf eine Strecke von 160 km eine wilde, völlig unbebaute, bergige. mit Nadelholz und Birkenwald bedeckte, in den Tälern sumpfige Gegend. Die Ausläufer des Altai treten stellenweise bis an die Bahn heran; diese windet sich wieder häufig in Entwickelungen durch die Berge in tiefen Graniteinschnitten und auf zahlreichen kleinen Brücken, meist noch aus

Holz, die jedoch durch eiserne ersetzt werden. Dem Techniker fallen hier wie im Ural die scharfen Bogen und gleichzeitig starken Steigungen auf, meist mit zu geringen Geraden zwischen den Gegenbogen. Nach Angabe einer den Zug benutzenden mafsgebenden Persönlichkeit ist hier beim Baue vorwiegend auf Billigkeit und schnelle Fertigstellung Rücksicht genommen, zu wenig auf die Betriebssicherheit, sodafs man jetzt gezwungen ist, gröfsere Strecken gänzlich umzubauen. Die Bahn liegt mehrfach an fast senkrechten Felshängen und nach rechts öffnet sich ein grofsartiger Ausblick auf das vielfach mit Lärchen, Tannen, Fichten, Edeltannen und Birken bewaldete Gebirge; Ortschaften sieht man jedoch nicht. Um Mittag bietet sich den Reisenden eine Abwechselung durch Begegnung mit dem Gegenexprefszuge. Einige kleine Zwischenstationen sind nur für Bedürfnisse der Bahn angelegt, mehrfach werden kleine Flüsse mit Brücken von 21 m, 30 m und 55 m Länge geschnitten. Bei km 2702 liegt die Station Kamyschet. Hier befindet sich in malerischer Gegend das Zementwerk einer russisch-holländischen Aktiengesellschaft, welche 45000 Fafs jährlich erzeugt, aber im Stande sein soll, die Leistung auf das Doppelte zu erhöhen. Dann erreicht man die kleine Zwischenstation Uk, von wo man hübsche Ausblicke hat, und hierauf fährt der Zug fast 4 km in gerader Linie, ein für diese Bahn seltener Fall. Bei km 2746 folgt die Station Nische-Udinsk mit Vorratlager und Werkstätten. Die Stadt gleichen Namens hat 6000 Einwohner, liegt unweit der Station auf dem rechten Ufer der Uda an der grofsen sibirischen Heerstrafse.

Im Jahre 1664 als kleine Feste entstanden, wurde der Ort im Jahre 1783 zur Stadt erhoben. Sie liegt sehr malerisch von den Ausläufern des Sajanskischen Höhenzuges umgeben. Mitten durch die Stadt schiefst die Uda, dieselbe in zwei Teile schneidend. Ungefähr 21 km unterhalb der Stadt zwängt die Uda sich durch ein enges Tal und bildet zwölf Wasserfälle nach einander von 2 bis 15 m Höhe. Zwischen der Stadt und der folgenden Station Chingui bei km 2771 schneidet die Bahn die Uda mit einer Brücke von 383 m Länge in vier Öffnungen. Dann folgen ebeneres und etwas sumpfiges Gelände, zwei kleine Zwischenstationen und bei km 2863 die Station Gulun. Die darauf folgende Gegend bietet wenig, die Bahn geht stark nach Südost, es folgen vier kleine Stationen und dann bei km 3003 Sima mit Vorratlager und Werkstätten. 3 km weiter wird die Oka, ein Nebenflufs der Angara, mit einer Brücke von $2 \times 106{,}5 + 3 \times 85{,}3 = 469$ m geschnitten. Die Oka ist sehr reifsend, ihr Tal ist reich an Steinkohlen, die des lohnenden Abbaues harren! In der Nähe liegen die Brüche für grofse Mühlsteine.

Die Bahn wird nun wieder ganz Gebirgsbahn, sie geht in vielfachen Windungen durch steile und tiefe Felseinschnitte, übersetzt viele Flüsse, Bäche und Schluchten und zeigt im Ausblicke grofse, tiefe Talkessel, dahinter hohe Bergkuppen, zuweilen in der Ferne die Höhen des Altai und seiner Vorberge. Die Gegend bietet ziemlich viel Wald, mit Birken, Tannen, Fichten und Lärchen, welcher vor kurzem noch richtiger Urwald war. Ortschaften erblickt man längere Zeit auch hier nicht. Nach etwa zwei Stunden ändert sich das Bild wieder. Die Gegend wird ebener und man nähert sich den breiten Flufstälern der Bielaja und Angara; erstere schneidet die Bahn hinter der Station Polowina bei km 3150 mit einer Brücke von 213 m. Zwischen den Stationen Sima und Polowina liegen noch fünf kleine Stationen, dann folgt bei km 3165 die Station Malta an der Bielaja und bei km 3195 Telma; letzterer Ort ist ein Kirchdorf mit 3000 Seelen auf dem linken Ufer der Angara. Hinter dieser Station fällt die Bahn zum Kita-Flusse, einem Nebenflusse der Angara, und schneidet diesen mit einer Brücke von 150 m; die Ufer führen Goldlager. Weiter folgt die kleine Station Suchowskaja, in deren Nähe mehrere gewerbliche Anlagen liegen, Glasbläserei, Branntweinbrennerei, Mahlmühlen, und bei km 3246 die Station Innokentiewskaja mit grofser Wirtschaft, Vorratlager und Werkstätten, eigentlich der Endpunkt der mittelsibirischen Bahn, da die Strecke von hier bis Irkutsk schon zur Transbaikalbahn gerechnet wird.

Auf dieser Station wurden 1903 mehrere gut aussehende steinerne Kasernen erbaut, zur Zeit des Bahnbaues hat hier ein buntes Treiben geherrscht. Jetzt ist es hier still geworden, denn der Zug hält nicht sehr lange und bis Irkutsk sind es nur noch 8 km. Unweit der Station liegt auf dem linken Ufer der Angara das Kloster Wosnesensky des Heiligen Inokenti. Von hier aus wird die Gegend wieder sehr belebt und abwechselnd; man sieht in der Ferne Berghöhen und die Häuser von Irkutsk. Der Zug fährt auf einer grofsen Holzbrücke über den Irkut, dann zieht sich die Bahn längs einem Bergabhange zur Rechten und dem breiten Tale der Angara zur Linken hin und läuft endlich in den Bahnhof von Irkutsk ein, das Ende der ersten Hälfte der grofsen Reise ist erreicht. Der Bahnhof liegt gegenüber der Stadt, welche sich auf dem jenseitigen hohen Ufer der Angara malerisch ausbreitet, während das diesseitige Ufer flacher ist.

Es ist nun Sonnabend 9 Uhr morgens nach Ortszeit und der Zug ist rechtzeitig nach achttägiger und bequemer Fahrt angelangt. Der nächste Exprefszug geht von Irkutsk erst am Montage morgens weiter, wer nicht in Irkutsk Aufenthalt nehmen will, mufs Moskau am Sonnabend Abend verlassen und trifft dann am Montage 9 Uhr morgens in Irkutsk ein.

Wir machen hier noch einige Angaben über die Kosten der Bahn. Ungefähr haben gekostet die Strecken:

Samara-Tscheljabinsk	162000 M./km.,
der westsibirischen Bahn	71000 «
die erste Hälfte der mittelsibirischen Bahn	101500 «
die zweite Hälfte	123500 «
die mandschurische oder chinesische Ostbahn	243000 «

wozu aber zu bemerken ist, dafs die letzteren Strecken für diesen Preis nur vorläufig ausgebaut sind, die völlige Fertigstellung wird noch etwa 33 Mill. M. erfordert haben.

4. Irkutsk und die Transbaikal- oder ostsibirische Bahn.

Die Stadt Irkutsk, von der früher viel Abenteuerliches erzählt wurde und die als ein gar entfernter Ort erschien, ist dem 5484 km entfernten Moskau nun auf $8^1/_2$ Tage und bald auf 6 oder 7 Tage nahe gerückt. Durch Enge und geringe Sauberkeit des Bahnhofes ist man zunächst nicht grade angenehm überrascht, auch erhält man über Weiterfahrt und andere Dinge von den dortigen Beamten gar keine oder ungenügende

Auskunft, man sucht sich deshalb am besten gleich einen Fuhrmann, die in genügender Anzahl vorhanden sind, nimmt sein Handgepäck und begiebt sich in die 2 km entfernte Stadt mittels einer grofsen Schiffbrücke, die Angara gegen Brückengeld überschreitend.

Die Stadt Irkutsk hatte im Jahre 1900 58200 Einwohner, sie liegt auf 414^{m} Meereshöhe und ist Sitz des Generalgouverneurs. Seit Eröffnung der Bahn steigt die Einwohnerzahl von Jahr zu Jahr, doch den Eindruck einer Grofsstadt macht sie noch nicht, denn aufser einer einzigen Hauptstrafse sind alle übrigen ungepflastert, deshalb herrscht ein fortwährender, sehr lästiger Staub in den Strafsen. An der grofsen Hauptstrafse und einigen der Querstrafsen sieht man allerdings neue, reichere, mehrstöckige Gebäude, teils schon bewohnt, teils noch im Bau, sonst kleine alte Holzhäuser, vorherrschend einstöckig, zuweilen auf steinernem Untergeschosse. Die Stadt soll 1652 gegründet sein, des Bojaren Sohn Ivan Pochobov soll am Ufer des Irkut eine kleine Holzbefestigung erbaut haben, die später der Stadt den Namen gab.

Seit 1822 befindet sich in Irkutsk die Haupt-Verwaltung von Ost-Sibirien, jetzt ist es zugleich Sitz des Generalgouverneurs. Das Generalgouvernement von Irkutsk besteht aus dem Jenisseischen, Irkutskischen und Jukutskischen Gebiete.

Da die Stadt hoch liegt und Festlandswitterung hat, so herrscht ein recht rauhes Klima. Die Wärme schwankt zwischen — 65° C. und + 44° C. Irkutsk hat 31 griechische, eine lutherische und eine katholische Kirche, zwei Synagogen und eine mohamedanische Moschee. Die Kasansche Kathedrale, ein schönes Bauwerk in byzantinischem Stile, erinnert etwas an die Erlöserkirche in Moskau. Ferner sind mehrere Gymnasien, eine Bergbauschule, eine Junkerschule und eine Vorbereitungsschule für das Kadettenhaus vorhanden. Ein recht hübscher gotischer Bau ist die katholische Kirche, auch das Theater und das orientalische Museum nehmen sich gut aus. Ersteres ist vom Architekten Schroeter in Petersburg erbaut, letzteres vor etwa 10 Jahren aufgeführt, nachdem das frühere abgebrannt war. Das Gebäude des Generalgouverneurs dagegen ist ein mafsgebendes Beispiel eines alten russischen Kronsgebäudes und erinnert in seinem Äufseren an das Universitätsgebäude in Dorpat.

In Irkutsk leben sehr viele Juden; sie haben jetzt einen grofsen Teil des Handels in Händen und spielen keine unbedeutende Rolle im öffentlichen Leben von Irkutsk, so auch im Theater, für das sie einen grofsen Teil der Besucher abgeben, und an dem auch mehrfach Juden angestellt sind. Übrigens sind sie alle mehr oder weniger äufserlich russifiziert und fallen weder durch Sprache noch durch Auftreten als Juden besonders auf. Das Leben in Irkutsk ist ein ganz eigenes, ein Gemisch von grofs- und kleinstädtischem Wesen. Bezüglich der Preise und der Art, wie das Geld ausgegeben, ja verschleudert wird, kann sich Irkutsk getrost zu den Grofsstädten zählen, bezüglich Ordnung und Sitte, an deren Stelle Unsicherheit, Raub und Mord herrschen, aber keineswegs. Mit welcher sibirischen Frechheit Überfall, Raub und Totschlag oft an hellem Tage ausgeführt werden, ist oft berichtet, und man sollte nicht glauben, dafs solche Zustände in einer Gouvernementstadt möglich sind. Alles trägt Schufswaffen, und wenn jemand totgeschossen wird, so fällt das nicht besonders auf, man ist zu sehr daran gewöhnt. Spät abends unbewaffnet allein zu gehen, ist mehr als gefährlich und der Polizei fällt es schwer, den Übelständen zu steuern.

Von den Gasthäusern der Stadt ist besonders Metropole zu erwähnen, das im Mittelpunkte der Stadt liegt. Sind die Preise auch recht hoch, 8,5 M. für ein Zimmer, so ist es doch auch gut und reinlich und hat eine ganz leidliche Küche. Das orientalische Museum ist vor etwa zwölf Jahren abgebrannt und dabei sind viele seit langer Zeit gesammelte sibirische Altertümer zu Grunde gegangen. Die neuen Sammlungen sind noch dürftig, aber beachtenswert, besonders die Trachten vieler asiatischer Völker, dann japanische und chinesische Münzen und ausgegrabene alte Waffen, Geräte und vorweltliche sibirische Tiere.

Das Leben in Irkutsk ist sehr teuer. Besonders für Luxusgegenstände, Butter und Wäsche werden unverhältnismäfsig hohe Preise verlangt. Putzsucht, Mifsbrauch des Alkohols in allen Gestalten und Glücksspiele sind stark verbreitet. Gastfreundschaft findet man in russischer Weise hier überall, ohne alle Förmlichkeit gilt sie als selbstverständlich. Dafs das Leben in Irkutsk im Ganzen ein einladendes sei, läfst sich kaum behaupten.

Um von Irkutsk weiter nach Osten zu reisen, mufste man bis 1904 noch eine kurze Bahnfahrt bis zum Baikalsee machen und diesen zwischen den Bahnstationen Baikal und Mysowaja im Dampfer übersetzen. Die Baikal-Ringbahn um das Südufer des Sees ist bekanntlich während des Krieges eiligst fertiggestellt, noch nicht in öffentlichem Betriebe gewesen und als recht schwierige Linie wohl noch mancher Ergänzung bedürftig. Von Irkutsk aus sah man schon am jenseitigen Ufer der Angara den Anfang der Bahn längs den Felsen und steilen Halden sich hinziehen, deren Hintergrund hohe Bergketten bilden. Die Fahrt von Irkutsk bis zum Baikal machte Schreiber dieses im Exprefszuge der Internationalen Schlafwagengesellschaft, vor dem er jedoch dem bis dahin benutzten Krons-Exprefszuge den Vorzug gibt. Der internationale Zug war besetzt und im wahren Sinne des Wortes ein internationaler; Franzosen, Engländer, Amerikaner, Deutsche, Norweger und Schweden, Polen, Russen, Ostseeprovinzler, sogar ein Neger bildeten die Reisegesellschaft, aus Offizieren, Diplomaten, Beamten, Ingenieuren, sibirischen und Moskauer Kaufleuten, Geschäfts- und Vergnügungs-Reisenden, zum Teil mit Frauen, Kindern und Bedienung.

Die Fahrt zur Station Baikal dauert nur etwa 2,5 Stunden und führt längs den malerischen Ufern der Angara. In Baikal zeigte sich nun ein besonders belebtes und buntes Treiben, alles eilt zum Dampfer, und da dieser auch alle Reisenden der anderen Züge und der III. Klasse mitnimmt, so herrscht hier ein gehöriges Gedränge, zumal man für das Verladen des Handgepäckes selbst Sorge zu tragen und sich vor Diebstahl zu schützen hat. Träger gibt es eine Menge, die sich sofort des Gepäckes bemächtigen, man tut am besten, sich nicht zu überstürzen, sondern ruhig seinem Träger auf dem Fufse zu folgen.

Zur Überfahrt über den Baikal dienen zwei Eisbrecher, der sehr grofse »Baikal« hauptsächlich bei Eisgang und die kleinere »Angara«, auf welcher unsere bunte Gesellschaft befördert wurde. Auf dem Schiffe wird sogleich das leidlich gute

Frühstück aufgetragen und während desselben beginnt die sehr genufsreiche Seefahrt. Der Ausblick ist grofsartig; vor sich sieht man nur Wasser, die Ufer werden wilder und rauher, zur Linken werden die Berge undeutlicher und zur Rechten erscheint im September auf den hohen Bergspitzen schon Neuschnee. Die Überfahrt dauert bei ruhigem Wetter 4,5 Stunden, bei Sturm auch doppelt so lange und mehr. Das Wasser des Baikal ist sehr klar und sehr kalt; der See soll stellenweise 2000 m tief sein und in der Sage hat die Tiefe unterirdische Verbindungen mit dem Eismeere. Mit Sonnenuntergang wurde es im September schon recht kühl, und erst bei ziemlicher Dunkelheit langte die Angara an der Bahnstation Mysowaja an, deren Lichter schon lange sichtbar waren.

In Mysowaja steht der Exprefszug der Transbaikal- oder chinesischen Ostbahn bereit, Matrosen besorgen das Gepäck gegen ein Trinkgeld, und nun hat man einen guten Platz im Zuge zu erobern, da die Nummer der Platzkarte nicht mehr gilt. Übrigens kommt die Zugmannschaft hierbei jedem mit grofser Liebenswürdigkeit entgegen und sucht alle nach Möglichkeit ihren Ansprüchen und Verhältnissen gemäfs unterzubringen. Der Speisewagen auf der chinesischen Ostbahn ist ähnlich wie im internationalen Zuge in zwei Abschnitte für Raucher und Nichtraucher geteilt, die Abteile ähnlich wie in dem Kronszuge bis Irkutsk, die Bedienung ziemlich gut; Küche und Getränke sind leidlich, aber bedeutend teurer, als im Zuge der west- und mittelsibirischen Bahn. Gutes amerikanisches und japanisches Bier ist zu haben, aber zu 2,4 M. die Flasche; hinter Mandschuria wird es jedoch weit billiger. Brauchte man durchschnittlich auf der Strecke bis Irkutsk 6,5 M. im Tage, so sind hier wenigstens 8,5 M. erforderlich.

Gleich von Mysowaja an wird die Weiterfahrt wieder sehr reizvoll. Zuerst geht die Bahn noch längs dem Ufer des Baikal hin, dann wendet sie sich von ihm ab und sucht in den Quertälern einen Ausweg nach Nordost. Leider durchfährt man die erste hübsche Strecke schon in der Nacht, doch liefs der Mondschein manches vielleicht noch reizvoller erscheinen. 48 km von Mysowaja liegt die Station Posolskaja, in deren Nähe eine Ansiedelung und ein Kloster gleichen Namens am Ufer des Baikal liegen. Bei km 53 tritt die Bahn ins Tal der Selenga und folgt dem linken Ufer aufwärts. Bei km 85 folgt die Station Selenga mit einem Kloster dieses Namens, welches bereits im 16. Jahrhundert gegründet wurde, und bei km 126 die Station Tataurowa. Bald hinter dieser verengt sich das Tal der Selenga bedeutend, die Bahn windet sich von km 133 bis 138 zum Teil in tiefen Einschnitten in Granit und Quarzit, zum Teil im Anschnitte an steilen Hängen durch das Gebirge. Die Selenga wird auf einer 547 m langen, mit Prefsluft gegründeten Brücke von Professor Beleliubsky überschritten. Hierauf geht die Bahn auf dem steilen rechten Ufer der Selenga hin und erreicht bei km 164 die Station und Stadt Werchnëudinsk, malerisch im Tale von den Ausläufern des Jablonowskyschen Höhenzuges umkränzt, am Zusammenflusse der Uda und Selenga. Werchnëudinsk ist eine kleine, neuere, regelmäfsige Stadt mit 8000 Einwohnern und einer alten, ihrer Bauart wegen bemerkenswerten, im Jahre 1745 gestifteten Kirche. Hier besteht ein grofses Gefängnis für 1000 Verschickte, auch hat hier die Verwaltung des westlichen, Transbaikalschen Bergbaubezirkes ihren Sitz. Einst stand hier nur ein Gefängnis, Udinsky-Ostrog genannt, wohin die Streletzen verbannt wurden, seit 1775 ist es zur Stadt mit der neuen Bezeichnung Werchnëudinsk erhoben. Die Stadt entwickelt jetzt einen gewissen Getreidehandel des Transbaikal-Gebiets, sodafs der Umsatz auf den jährlichen Januar-Märkten bis zu 6,5 Millionen M. beträgt. Unweit der Stadt liegen Branntweinbrennereien und Bierbrauereien, Talglicht-, Seifen- und Leder-Fabriken. In der Stadt besteht auch eine Nebenstelle der russisch-chinesischen Bank.

Die Bahn umgeht in der Folge die Stadt auf der Nordseite und schneidet bei km 173 die Uda mit einer Brücke von 107 m. Dann folgt in schöner Lage bei km 199 die Station Onochoi und bei km 221 Saigrajewo, in deren Nähe das Cementwerk von Tetiukow mit 20000 Fafs Jahreserzeugnis liegt. Hierauf tritt die Bahn mit der Station Ilka bei km 244 in ein ziemlich breites Tal zwischen bewaldeten Bergen. Hinter der folgenden Station Gorchon bei km 273 steigt die Bahn auf die Wasserscheide zwischen Uda und Chilok, wobei Steigungen von 17 $^0/_{00}$ angewandt werden mufsten. Die Linie erreicht den höchsten Punkt 427 m über dem Baikal in der kleinen Station Kischa bei km 288 in Fichten- und Lärchenwald. Sodann senkt sich die Bahn ins Tal der Baliaga, eines Zuflusses des Chilok und nähert sich dann Petrowsky Sawod.

Die Gegend zwischen Werchnëudinsk und Petrowsky Sawod ist wild und unangebaut, die dem Baue grofse technische Schwierigkeiten bot. Die Bahn nimmt hier verschiedene Richtungen an, von Werschnëudinsk erst ziemlich nach Osten, dann stark nach Südosten und bei Petrowsky Sawod wieder etwas nach Nordosten, welche Richtung sie dann bis Tschita ziemlich genau beibehält. Die Versuche, dieser Strecke vor dem Baue eine andere Richtung zu geben, sollen sich als unausführbar erwiesen haben, man war gezwungen, die technischen Schwierigkeiten so gut wie möglich zu überwinden.

Die Station Petrowsky Sawod erreicht die Bahn bei km 307. In der Nähe liegen die bekannten Eisen- und Gufseisen-Hütten gleichen Namens an der Baliaga in einem Tale von hohen waldbedeckten Bergen und an einem grofsen See, hart hinter den Werken. Die Hütten sind bereits im Jahre 1790 gegründet zum Bedarfe für die Nertschinskyschen Erz- und Goldminen. Das Jahreserzeugnis beträgt gegen 820 t Gufs und 500 t Eisen und Puddelstahl. Hierher wurden viele Dekabristen hohen Standes, darunter Trubetzkoi, Wolkonsky, Annenkoff, Murawieff, Naryschkin, Dawydow zur Ansiedelung verschickt. Hinter Petrowsky Sawod schneidet die Bahn zweimal die Baliaga mit Brücken von 32 und 43 m, tritt dann ins Tal des Chilok und steigt nun längs dessen rechten Ufers mehr und mehr bergauf, bis sie auf grofsartiger Strecke den Jablonowskischen Bergrücken durchschneidet. Nun folgen die Stationen Tarbagatai, Tolbaga und bei km 407 Bada. Die Gegend ist völlig unangesiedelt, nur umherziehende Buriaten mit ihren Heerden erblickt man hin und wieder. Auch hier war die Durchführung der Bahn höchst schwierig, die Felsen stehen häufig senkrecht hart am Flusse. Hinter der letztgenannten Station steigt die Bahn noch, durchfährt bei km 439 einen kleinen Tunnel von 65 m Länge und erreicht bei km 455

die im Anschnitte liegende Station Chilok. Weiter folgen die Stationen Chuschenga, Taidut, Mosgon und Sochonda, letzteres bei km 619 auf der Hochebene des Chilok.

Da dieser Flufs im Winter bis auf den Grund gefriert, so wird er vor Eintritt des Winters gestaut und bildet dann einen gröfseren See, der dann dickes Eis liefert. Dieses wird nun gebrochen und zur Station gefahren, wo es in besonderen Dampfkesseln geschmolzen wird und zur Wasserversorgung der Station dient.

Auf der Station Chilok erblickt man viele Buriaten, auch Weiber hoch zu Rosse, nach Männerart reitend, die aber beim geringsten Versuche der Reisenden, sie zu photographieren, sofort Reifsaus nehmen.

Die Buriaten haben eine ziemlich dunkle, gelbliche Gesichtsfarbe, häfsliche mongolische Züge, gleichen aber mehr den Tataren als den Chinesen und sind vorherrschend Buddhisten oder Lahmaisten.

Die zuletzt erwähnten Stationen sind nur für den Bahnbetrieb angelegt, da es weit und breit keine Ortschaften gibt. Hinter der Station Sochonda verläfst die Bahn das Tal des Chilok und durchschneidet nun bei km 629 den Jablonowskyschen Bergrücken in einem niedrigen Bergsattel, 561 m über dem Baikal bei 1037 m Meereshöhe. Die Gegend ist besonders wild und schroff, aber abwechslungsreich; in langen Windungen geht die Bahn bei km 633 durch einen zweiten Tunnel von 85 m Länge mit gefällig ausgeführten Mundlochtoren, auf denen einerseits die Inschrift »Zum Atlantischen Ocean«, andererseits »Zum Grofsen Ocean« angebracht ist. Zum westlichen Mundloche führt die Bahn über einen hohen Damm, der mit die gröfste Erdarbeit auf der Strecke bildet. Für den Abstieg bis zur Station Jablonowaja wurde eine Neigung von 17,4 ‰ bei Bogenhalbmessern von 321 m nötig.

Die Station Jablonowaja liegt bei km 643 auch noch in den bewaldeten Bergen, aber von hier fällt die Bahn langsamer, indem sie sich zuerst durch das Tal der Kuka, eines Nebenflusses der Ingoda, schlängelt, hierauf sich durch das schmale Tal der letzteren, die bereits zum Amurgebiete gehört, hindurchzwängt und dann bei km 680 die Station Ingoda erreicht. Hier hat man einen grofsartigen Blick auf das breite Tal des Flusses, eingerahmt im Hintergrunde von den Jablonowschen Bergen, und durch mehrere Ortschaften russischer Ansiedler ausnahmsweise belebt. Weiter umgeht die Bahn den Keno-See und erreicht bei km 719 die Station Tschita unweit der gleichnamigen Stadt. Bei der Station liegt eine Gruppe von Häusern für die Arbeiter der hier errichteten grofsen Eisenbahnwerkstätten.

Tschita, die Hauptstadt des Transbaikal-Gebietes, ist Sitz des Kriegsgouverneurs, liegt auf dem linken Ufer des Flusses Tschita unweit ihrer Mündung in die Ingoda. Seit 1827 diente dieser Ort zur Verbannung für viele Dekabristen, war damals nur eine unbedeutende Ansiedelung, die sich erst nach dem Jahre 1851 zur Stadt erweitert hat, im Jahre 1900 zählte sie 18500 Einwohner.

Seit 1899 besteht daselbst Fernsprechverbindung, auch ist ein Knaben- und Mädchen-Gymnasium vorhanden, ein Gesellschaftshaus, mehrere Bankabteilungen und sogar eine Zeitung.

Gleich hinter der Station geht die Bahn über die Tschita mit einer Brücke von 158 m, sie bleibt auf dem linken Ufer, schneidet weiter mehrere Zuflüsse und erreicht bei km 818 die Station Karymskaja mit der Buriaten-Ansiedelung gleichen Namens. Bei km 832 folgt nun die Station Kitaisky-Rasjesd, von der eine besondere Zweigbahn von 261 km Länge über Nertschinsk nach Sretensk führt. Diese Strecke war ursprünglich der Anfang der nach Chabarowsk am Amur zu erbauenden ostsibirischen Bahn, doch in Folge des Entschlusses, die Bahn durch die Mandschurei zu führen, ist der Weiterbau von Sretensk vorläufig aufgegeben. Der Gedanke, die Bahn durch die Mandschurei, mithin fremdes Gebiet zu führen, statt durch eigenes Land, ist nach dem Ausgange des Krieges nun kein glücklicher gewesen, immerhin ist Europa dadurch schneller und kürzer mit dem fernen Osten verbunden worden.

Die Seitenbahn nach Sretensk ist höchst beachtenswert und an Naturschönheiten reich. Die Strecke von Kitaisky-Rasjesd bis zur mandschurischen Grenze führt wieder durch Steppen, die Bevölkerung besteht teils aus Kosaken, teils aus Buriaten, die noch mehrfach umherziehend leben. Ein Teil ist zum Ansiedeln veranlafst worden. Gleich hinter der Station wird die Ingoda mit einer Brücke von 170 m geschnitten. Diese Strecke bis zur Grenze ist 344 km lang und anfangs ziemlich eben. Bei km 839 liegt die Station Adrianowka, 642 m über dem Baltischen Meere, dann folgen die Stationen Buriatskaja, Mogoitui, lauter buriatische Namen, und bei km 918 Station Aga. Hinter dieser Station fällt die Bahn ins Tal des Ononflusses und erreicht dort ihren niedrigsten Punkt. Bei km 967 von Mysowaja befindet sich die Station Olowiannaja mit Hauptniederlage, in deren Nähe Bleigruben liegen, dann folgen die Brücke über den Onon mit 384 m Länge, zwei kleine Zwischenstationen, Byrka und Chadabulak, und weiter folgt die Station Borsja mit Vorratlager, von der 10 km entfernt die Kosaken-Stanitza Tschindatskaja liegt, aufserdem ist hier die Gegend noch von umherziehenden Buriaten bewohnt.

Hinter der letzten Station beginnt die Bahn zum Altangaisky-Bergrücken stark anzusteigen und durchschneidet diesen bei km 1099 in einer Höhe von 913 m über dem Baltischen Meere. Es folgen sodann die kleinen Stationen Charanor, Scharasun und hierauf die Station Matziewskaja bei km 1238, die letzte in Sibirien, benannt nach dem Generalgouverneur des Transbaikal-Gebietes. Am 10. Februar 1901 fand hier eine grofse Feier aus Anlafs der Beendigung der Strecke der Transbaikal-Bahn zur chinesischen Grenze statt, dabei ging der erste Zug über die Grenze, nachdem ein breites seidenes Band als Sinnbild durchschnitten und das letzte Paar Schienen auf der Grenze selbst von dem höchsten anwesenden Beamten eigenhändig vernagelt war, unter Beteiligung der Ingenieure und Beamten, sowohl der Transbaikal- als auch der mandschurischen Bahn. Die Gegend ist hier ziemlich eben, auch merkt man bereits etwas Bewirtschaftung, Pferde und Vieh sind öfters sichtbar. Bevor der Zug noch die letzte Station in Sibirien erreicht, zieht sich die Bahn im reizvollen Tale des Ononflusses hin, oft läuft sie hart über dem Flusse im Anschnitte an hohen Felswänden. Zunächst wird die Gegend einförmiger, doch folgt dann am Altangaischen Bergrücken eine Entwickelung am

Hange in langer Schleife, der ein vielfacher Wechsel tiefer Felseinschnitte und aussichtsreicher Strecken folgt, dann geht die Bahn über eine breite, steppenförmige Hochfläche ohne Bäume und Sträucher. Von hier an liegt das zu der letzten sibirischen Station Matziewskaja hinabführende Gefälle ausnahmsweise im Lehmeinschnitte, danach erreicht man Mandschurija, wo wegen der Zollabfertigung längerer Aufenthalt ist. Die Strecke von Matziewskaja bis Mandschurija beträgt noch 22 km.

5. Die mandschurische oder chinesische Ostbahn.

Die Längen dieser Strecke Mandschurija-Port Arthur-Dalny sind mit den übrigen eingangs mitgeteilt. In Mandschurija, der ersten Station in China, war ein längerer Aufenthalt zur Erledigung der üblichen Geschäfte der Reisenden vorgesehen. Bei der Fahrt nach Westen wird hier das Gepäck untersucht, bei der Fahrt nach Osten jedoch nicht, für nach Rufsland eingeführte Gegenstände, besonders japanische, wird hoher Zoll erhoben, für chinesische, nach schwer erkennbaren Grundsätzen, mehr oder weniger. Vor dem grofsen Zollamte herrschten Dunkelheit, Schmutz und Unordnung, wie auch in der Station selbst. Man ist froh, wenn sich der Zug wieder in Bewegung setzt. Bei anbrechendem Morgen nach der Nachtfahrt durch die nördliche Mandschurei sah man Bäume und auf den Feldern arbeitende Chinesen, das erste Zeichen einer gewissen Bewirtschaftung, die vorher auf langer Strecke ganz fehlte. Anfänglich geht die Bahn durch ziemlich ebenes Gelände, in der Ferne zeigen sich zu beiden Seiten Höhenzüge. Statt der Urgesteine zeigen die Einschnitte Kalkstein, der für Bahnzwecke an verschiedenen Stellen gebrannt wird.

Allmählich treten die Berge näher heran und die Bahn wird am grofsen Chingan-Bergrücken wieder Hügellandstrecke. Die Richtung weist von der Grenze an nach Südosten. Sie läfst den See Dalai-Nor zur Rechten und geht dann in rein östliche Richtung über. Bei km 207 von der Grenze liegt die Station Chailar und unweit davon die erste chinesische Stadt gleichen Namens mit 4500 Einwohnern. Sie ist von Bergen eingeschlossen und deshalb von der Station aus nicht sichtbar, sie wurde 1900 in siegreichem Gefechte von den Russen besetzt. Die chinesische Stadt ist wie gewöhnlich mit einer Mauer umgeben, aufserhalb liegen die russischen Ansiedelungen, Post und Telegraph und die Wohnungen von Angestellten. Von der Grenze bis hier liegen an der Bahn fünf kleinere Zwischenstationen mit chinesischen oder mongolischen Namen ohne besondere Bedeutung, an denen der Zug nicht hält. Bald hinter Chailar wendet sich die Bahn südlicher und behält bis zur Stadt Zizigar südöstliche Richtung. Es folgen sechs kleine Zwischenstationen und dann bei km 390 die wichtigere Station Chingan, in der der sehr schwierige Übergang über den Chingan-Bergrücken beginnt. Bis hierher steigt die Bahn fortwährend im Flufstale aufwärts, in vielen Einschnitten, die unten in Fels, darüber teilweise in Lehm eingeschnitten sind. Die Gegend ist hübsch und belebt, man sah viele Chinesen an der Bahn arbeiten, denn obgleich sie für den regelmäfsigen Betrieb eröffnet war, konnte man sie noch nicht als fertig betrachten, meist liegt sie noch auf vorläufigen Holzbrücken, die seitlich durch in Stein oder Eisen im Bau befindliche ersetzt werden. Auch liegen an der Bahn viele teils fertige, teils noch im Bau begriffene steinerne Kasernen mit starken Anklängen an chinesische Bauart, besonders in der Gestalt der Dächer. Man erkennt hier vielfach die Einflüsse der schlimmen Regenzeit in der sumpfigen ebenen Niederung von etwa 2 km Breite.

Bei der Station Unur in km 348 fallen schöne Gartenanlagen und das erste chinesische Dach aus schwarzen Dachpfannen auf. Bei km 390 liegt die Station Chingan sehr malerisch und hoch. Gleich hinter der Station beginnt nun die beachtenswerteste Strecke der chinesischen Ostbahn, der bereits erwähnte Übergang über den Chingan-Bergrücken, der bei km 394 durch einen 3 km langen Tunnel durchbrochen wird. Während des Tunnelbaues ist eine verwickelte Spitzkehrenentwickelung nach Abb. 3, Taf. LXIX über den Berg geführt, um den Betrieb vor Beendigung des Tunnelbaues eröffnen zu können. Auf der Station teilt der Zugführer mit, dafs wer Lust habe, den Berg zu Fufs hinabgehen und unten den Zug wieder treffen könne. Die vorläuffge Überschreitung ist nach Abb. 3, Taf. LXIX ausgeführt. Die Bahn geht mit drei Spitzkehren über den Bergrücken. Auf der Station Chingan wird die Lokomotive hinter den Zug gestellt, dann schiebt sie von a nach b, zieht von b nach c, schiebt von c nach d und fährt ziehend von d nach e aus auf die anschliefsende Strecke um den Berg herum. Die —.—.— Linie gibt die Verbindung durch den Tunnel.

Bei herrlichem Sommerwetter folgten fast alle Reisenden der Aufforderung des Zugführers und stiegen von a nach h den Berg hinab, durch die Felsen kletternd. Man legt die Strecken bequem in 20 bis 30 Minuten zurück, unterwegs wurde eine grofse Zahl von Lichtbild-Aufnahmen gemacht, und alle waren froh, sich nach der langen Reise einmal wieder in freier Natur tummeln zu können.

Unten kommt der Zug bald nach und die Fahrt geht weiter, indem die Bahn den zu durchtunnelnden Berg in vielfachen absteigenden Windungen umgeht. Die Gegend ist grofsartig und wild, die Bahn zieht sich in einem Flufstale bald rechts, bald links an dessen Hängen hin und erreicht bei km 415 die Station Buchatu. Hier herrscht lebhafter Verkehr der Chinesen, die Früchte, Weintrauben und Erzeugnisse ihrer Handfertigkeit anbieten. Sie werden nicht auf den Bahnsteig gelassen, stehen deshalb mit ihren Waren hinter dem Abschlufsgitter und handeln von dort aus mit den Reisenden. Die roten und grünen Weintrauben sind denen aus der Krim ähnlich und gut, die übrigen Früchte holzig und ohne Geschmack. Auf den Stationen werden überall viele Gebäude in Haustein oder Ziegeln ausgeführt, fast immer mit Anklängen an chinesische Architektur, besonders in den Dächern. Die Gebäude waren teils für Bahnhofszwecke, teils zur Unterbringung der russischen Grenzwachen bestimmt, auch an den Bahnsteigen, Zäunen, Gartenanlagen und anderen Teilen der Bahn wurde noch gearbeitet. Bachatu ist ein gröfserer Ort, an der Bahn sieht man Ziegeleien und Kalköfen, und viele hunderte von Chinesen arbeiteten unter russischer Leitung an der Bahn, auch war die Bahn von den Soldaten der Grenzwache und des Bahnschutzes besetzt.

Unter den Chinesen findet man manchen stattlichen Mann,

doch sind hier meist viele Mandschus vertreten, die nicht echte Chinesen sind, wenn sie auch wie diese gekleidet gehen, fast alle tragen die blaue Volkstracht, die höher gestellten ein schwarzes Käppchen mit rotem Knopfe auf dem Kopfe, selten den chinesischen Strohhut und den schwarzen Zopf möglichst lang eingeflochten. Die arme Arbeiterbevölkerung ist nur mit blauer Hose meist in zweierlei Ton und blauer Jacke, nicht mit Hemd bekleidet, der Kopf bleibt unbedeckt, und wenn sie angestrengt arbeiten, wickeln sie den Zopf um den Kopf und binden bei jedem Wetter ein blaues Tuch darüber, damit er nicht herunterfällt.

Kurz vor der Station Barim bei km 477 bis km 519 liegt die Bahn wieder im Anschnitte an steilen Felshängen, und hinter der Station Chailasu hat man in einer grofsen Schleife einen grofsartigen Rückblick auf die durchfahrene Strecke. Die Gegend ist stark bevölkert und an den Stationen, wo der Zug hält, sieht man überall viele Chinesen teils arbeitend, zum gröfsern Teile aber faulenzend und die Reisenden neugierig angaffend, dabei ihre meist guten Zähne zeigend mit dem Tabakspfeifchen in der Hand oder im Munde. Die Regenzeit hat im September auf der ganzen Strecke noch starke Spuren hinterlassen, die Gräben sind hoch gefüllt. Die Linie steigt wieder stark aufwärts, hohe, schwach bewaldete Berge liegen rechts hart an der Bahn und links schroffe zerrissene Felsgruppen, die Bahn selbst liegt wieder vielfach im Anschnitte am Felshange.

Man sieht verschiedene Belaubung, auch eine Eichenart ist vertreten, sowie wilder Birnbaum. Die Windungen des Flusses bedingen viele scharfe Gleisbogen, die schöne Aussichtspunkte bieten. Bald aber sind die Naturschönheiten verschwunden und Steppe tritt an die Stelle des Gebirges, jedoch sind hier Felder meist regelmäfsig und zweckmäfsig angelegt, und arbeitende Chinesen sind überall sichtbar. Mais, Hanf, Hafer, vorherrschend Kauljan wird angebaut, ein Getreide, ähnlich der Hirse, das teils eine Art Branntwein, teils Viehfutter liefert und das nun in immer gröfseren Mengen wiederkehrt. Die Station II. Kl. Zizigar und die seitwärts liegende Stadt dieses Namens wurden nachts durchfahren.

Zwischen Buchatu und Zizigar liegen drei kleine Zwischenstationen, dann folgt die Station III Kl. Tschalantum bei km 538, weiter vier kleine Zwischenstationen und bei km 684 die Station Zizigar. Die Stadt liegt 30 km vom Bahnhofe entfernt. Sie hat 70000 Einwohner. Hinter der Station schneidet die Bahn den Flufs Nonni mit einer Brücke von 650 m. Auf den Stationen werden von den Chinesen lange rote und weifse Rettige angeboten, sie haben aber keinen besonders ausgeprägten Geschmack, sind süfslich und fade, ferner leidlich gute Weintrauben zu 65 bis 85 Pf./kg, weiter nach Osten werden sie billiger, dann folgen gute und schlechte Birnen und vielfach Nüsse.

Nach sieben kleinen Stationen folgt Tun-tschy-San, wo viele halbnackte Chinesen eine grofse Haferlieferung unter Aufsicht eines Unteroffiziers bearbeiteten. Als Landfuhrwerk dienen grofse zweiräderige Karren mit vier Maultieren oder Pferden bespannt. Unter den jungen Leuten sieht man kräftige, geschmeidige Gestalten mittlerer Gröfse, aber fast nie mit angenehmen Gesichtszügen. Das Wetter war am 11. September noch warm und sommerlich, weshalb die Chinesen meist mit entblöfstem Oberkörper arbeiteten. Der Zug nähert sich nun Charbin, vorher durchfährt er ein grofses Überschwemmungsgebiet und nimmt ein Gleis auf, das von einem toten, seitens der chinesischen Ostbahn zu einem Hafen eingerichteten Arme des Sungariflufs kommt.

Charbin, chinesisch Choa-bin: das grofse Grab, besteht weit ausgebreitet aus einem chinesischen und einem russischen Teile. Der letztere hat eine griechische Kirche, elektrische Beleuchtung, eine Abteilung der russisch-chinesischen Bank. In Charbin stand viel Militär, dabei bildet es mit 10000 Einwohnern bereits einen wichtigen Handelsplatz der mittlern Mandschurei und hat jedenfalls als solcher eine bedeutende Zukunft. Kurz vor der Station liegt die am 23. September 1901 eröffnete grofse Brücke über den Sungari-Flufs von 950 m, die gröfste auf der mandschurischen Bahn, ihr Erbauer ist der Ingenieur Lentowsky. Die Bahnstation von Charbin heifst Sungari und liegt bei km 954. In der Mitte der Stadt liegen mehrere gewerbliche Anlagen, die Häuser bieten mit Erkern, Glashallen und Gartenanlagen einen freundlichern Anblick, als bisher.

Die Station ist mit Wirtschaft ausgestattet, die Preise sind aber sehr hoch. Sungari ist Trennungspunkt, die nach Wladiwostok Reisenden müssen umsteigen, der Exprefszug geht nach Dalny und Port Arthur südlich weiter. Der äufserst östlichste Punkt der Reise nach Port Arthur ist hier erreicht. Der Verkehr von Mannschaften und Offizieren des Heeres und der Grenzwache war ein starker, da Charbin eine Hauptgarnison ist. Von Chinesen wird alles Mögliche zum Verkauf angeboten, auch sieht man hier viele ihrer zweiräderigen Wägelchen mit einem kleinen Verdecke für Personenbeförderung, ein Chinese zieht innerhalb einer steifen Gabeldeichsel und ein zweiter schiebt und lenkt von hinten, sie laufen dabei einen ziemlich schnellen Trapp bei sehr mäfsiger Bezahlung.

Nach einer Stunde Aufenthalt ging der Zug weiter nach Port Arthur. Auf dieser Strecke liegen an den Stationen die neu erbauten Kasernen für die Grenzwache, meist zu einer kleinen Festung ausgebildet, indem die Kasernen von allen Seiten mit einer Mauer von 3,2 m Höhe umgeben sind, die zuweilen mit Schiefsscharten versehen sind. Auf dieser neuen südlichen Strecke, von Sungari bis Dalny-Port Arthur 1001 km, schaukelten die Wagen stark, die Bahn hatte stellenweise noch wenig Bettung.

Es folgen fünf kleine Stationen, dann schneidet die Bahn bei km 129 von Sungari zum zweiten Male diesen Flufs mit einer Brücke von 735 m, bei km 155 liegt die Station Joman, weiter folgen vier kleine Zwischenstationen und bei km 296 die Station Kundulen. Die folgende Strecke ist sehr starken Hochwassern ausgesetzt, die den Betrieb von Anfang an mehrfach gefährdet haben. Man sah auch jetzt die Spuren der Verwüstung, eingestürzte Brücken und unterspülte Dämme, auch fuhr der Zug häufig über vorläufige Gleisverlegungen. Nach fünf Zwischenstationen hält der Zug in der Station Telin in der Nähe der Stadt gleichen Namens mit 10000 Einwohnern, ausgezeichnet durch einen eigenartigen chinesischen Pagoden-

turm. Den Verkehr vermitteln wieder chinesische Fuhrleute mit ihren Wägelchen, Rikschaw genannt, in denen man übrigens ganz bequem fährt, da sie auf liegenden Federn ruhen. Die Chinesen verkaufen hier hauptsächlich kleine Teppiche aus Hunde- oder mongolischen Ziegenfellen, schlagen aber stark vor, so dafs man bis zu 50% der Forderung abhandeln kann. Es war noch sehr warm und ein warmer Seewind kündigte die Annäherung an den Ozean an. Soldaten und Bürger trugen noch weifse Kittel und weifse Kopfbedeckungen, eine Kleidung, die in der heifsen Jahreszeit hier allgemein getragen wird. Auf dieser Strecke waren fast auf allen Stationen steinerne Bahnhofsgebäude im Bau, zunächst waren nur unbedeutende und viel zu enge Holzgebäude errichtet. Ferner sieht man vielfach den Ersatz hölzerner Brücken durch solche aus Stein und Eisen, der wieder häufige vorläufige Gleisanlagen bedingte. Rechts bietet sich dem Auge eine weite Ebene, links erscheinen in der Ferne Höhenzüge, rechts liegt ein Kirchhof mit griechischen und protestantischen Kreuzen für die im letzten Boxeraufstande gefallenen russischen Soldaten. Bäume sind wohl hin und wieder vorhanden, aber einen richtigen Wald sucht man vergebens. Von Chinesen wurden an der Bahn noch vielfach nachträgliche Erdarbeiten ausgeführt, wobei die Erdförderung mittels kleiner in je zwei recht kleinen flachen Körben erfolgt, die durch Trage verbunden sind. Die Arbeiter gehen damit sehr schnell, so dafs die Leistung die Erwartung übertrifft. Die Art der Arbeit soll auch nicht teuer sein, da sich die Chinesen mit einem Tagelohne von 55 bis 85 Pf. begnügen.

Nun treten die Berge auch links zurück und die Bahn zieht sich durch eine weite Ebene mit chinesischen Dörfern und ausnahmsweise einem kleinen Wäldchen. Die Gegend ist gut bebaut und dicht bewohnt, der Boden ist meist sandiger Lehm, der das Wasser der Regenzeit in den flachen Gräben noch lange zurückhält. Viele Schafe, Pferde und Vieh sieht man auf den grünen Weiden, ein Anblick, den man lange nicht gehabt hat. Die von der Bahn gekreuzten Landstrafsen sind aber höchst mangelhaft, meist nur ein Landstreifen, so gut wie gar nicht eingefahren und geebnet. Zu beiden Seiten der Linie liegt eine Menge kleiner runder Erdhaufen mit Holztafeln daran, chinesische Gräber.

Nach der Station Telin durchfährt man zwei kleine Zwischenstationen, dann hält der Zug bei km 537 auf dem Bahnhofe Mukden, 21 km von der bedeutenden Stadt Mukden,*) der Hauptstadt der Mandschurei mit 200000 Einwohnern. Die quadratische Stadt ist von einer Mauer umgeben. Hier schneidet die Bahn den Flufs Chun-che mit einer Brücke von 640 m. Das Stationsgebäude ist in schwarzen chinesischen Ziegeln und im Stile des Landes erbaut, auch mit schwarzen Dachpfannen abgedeckt, die sehr breiten Bahnsteige fallen, wie auf vielen Stationen der chinesischen Ostbahn, angenehm auf. Von den Chinesen wird sehr viel Obst und allerlei Erzeugnisse des Kleingewerbes hinter dem Bahnsteigzaune angeboten, besonders hübsche Reitpeitschen mit silbernem Knopfe, steinerne Aschenbecher, kleine Götzenbilder, aber alles unsinnig teuer.

*) Noch vor Beginn des Krieges ist hier die Bahn umgebaut und nunmehr nahe bei der Stadt vorbeigeführt.

Bei km 595 folgt die Station Jan-Tai, von der eine Zweigbahn zu grofsen 13 km entfernten Steinkohlengruben führt, bei km 618 dann Ljao-Jan mit der 2 km entfernten kleinen Stadt Ljao-Jan-Tschou, in welcher im Jahre 1900 der Ingenieur Werchowsky von den Chinesen getötet wurde; im letzten Kriege spielte diese Gegend als Kriegsschauplatz eine Hauptrolle. Nun treten die Berge schnell wieder ganz nahe an die Bahn heran, rechts zeigen sich steile Felsgruppen und gleichzeitig fängt die Gegend an, südlichere Landschaftsbilder mit Cypressen und sonstigen Gewächsen des Südens zu zeigen. Bei km 676 hält der Zug auf der Station Chai-Tschen. In einer Entfernung von 12 km liegen heifse Schwefelquellen, woselbst die Bahngesellschaft einen Kurort anzulegen sucht. 1901 fand hier das einzige gröfsere und ernstere Gefecht zwischen Russen und den Aufständischen statt, bei dem auch erstere starke Verluste hatten. Die »Station« liegt malerisch von Bergen umgeben unmittelbar vor einer Flufsbrücke. Weiter folgt bei km 709 die Station Da-schi-Zao, von der eine Zweigbahn zur Stadt In-kau (chinesisch Inzsi) mit 80000 Einwohnern führt, in welcher wiederholt die Pest aufgetreten ist. Nach vier kleinen Stationen erreicht man bei km 843 Wa-fau-dian, wo abermals eine Zweigbahn zu den Steinkohlengruben dieses Namens abzweigt, nach weiteren vier kleinen Stationen bei km 919 Da-fan-schen, die Station der durch eine 6 km lange Strecke angeschlossenen Stadt Talienwan mit Hafen und bei km 932 Nan-Guan-Lin. Diese Station hat eine recht gute und saubere Wirtschaft und ist insofern von Bedeutung, als sich hier die Strecken nach Dalny und Port Arthur trennen, erstere ist 16,5, letztere noch 47 km lang. Von dieser Station sieht man zuerst unweit der Bahn die Society-bay des gelben Meeres, die Entfernung vom baltischen Meere zum grofsen Ozean, mehr als ein Viertel des Erdumfanges ist zurückgelegt.

Von der letzten Station ging der Exprefszug nun nicht unmittelbar nach Port Arthur weiter, sondern nach Dalny, wer nach Port Arthur will, mufs aussteigen und warten, bis der Zug zurückkommt, oder auch mitfahren, Zuzahlung wurde dafür nicht verlangt. In Dalny wundert man sich zuerst über die Abwesenheit jeglichen Bahnhofsgebäudes, eine breite steinerne Freitreppe führt die Böschung herauf, man glaubt nun dort das Empfangsgebäude zu finden, aber auch hier gibts noch kein solches.

Diese Betriebsmafsnahme der Bahngesellschaft erschien nicht recht begreiflich, da doch Port Arthur der bei weitem bedeutendere Platz ist. An der gebäudelosen Station standen Chinesen mit ihren Rickshaws in langer Reihe und boten ihre Dienste an, auch russische Droschken sind vorhanden. Kaum hält der Zug, so stürzt eine Menge Chinesen in den Wagen und greift nach unserem Handgepäcke, sie waren durch eine Armbinde als angestellte Packträger kenntlich. Alles mufste aussteigen, da der Exprefszug das Ende seiner Fahrt in Dalny erreicht hat, und die nach Port Arthur Reisenden nach einiger Zeit mit einem besonderen Zuge zunächst zurück nach Nan-Guan-Lin und dann nach Port Arthur befördert wurden. Mit einem gewissen Bedauern verläfst man den liebgewonnenen Exprefszug mit seinem gemütlichen, bequemen Speisesaale, worin man während zweier Wochen so viele angenehme und reizvolle

Stunden verbracht hat. Nur noch zwei Stunden sind von der grofsen Reise von Riga bis Port Arthur übrig. In Nan-Guan-Lin war nochmals längerer Aufenthalt, anscheinend der Bahnhofswirtschaft wegen. Hinter der Station wendet sich die Linie in starkem Bogen nördlich der Society-bay zu, dann wendet sie sich fast im rechten Winkel nach Westen und läuft nun längere Zeit fort am Meere hin, durchschneidet eine vorspringende Landzunge, tritt hierauf wieder ans Meer heran und wendet sich mehr und mehr nach Süden, bis sie kurz vor Port Arthur eine südliche und zuletzt unmittelbar vor der Stadt südöstliche Richtung einschlägt. Bei km 950 liegt noch eine Zwischenstation und in km 1001 der Bahnhof Port Arthur. Die Fahrt längs dem Meeresufer war bei klarer Morgenbeleuchtung prächtig, zur linken Seite zackige Bergketten und Felsenspitzen, dazwischen geht der Zug durch tiefe Felseinschnitte und scharfe Bogen und schliefslich erblickt man Port Arthur vor sich rechts zur Seite und die hohen Berge mit Befestigungen, besonders den »goldnen Berg«. Auch hier wie in Dalny blieb der Zug an der Strafse stehen, ein Stationsgebäude war hier ebenfalls noch nicht vorhanden, auch nicht im Bau begriffen, ein unbedeutender Holzschuppen neben der Bahn diente vorläufig für die Kasse und den Betrieb, für Reisende ist darin kein Platz. In Port Arthur lagen die Verhältnisse vor dem Kriege so, dafs man froh sein konnte, wenn man keinen der recht mangelhaften Gasthöfe aufzusuchen brauchte. Es bleibt nun abzuwarten, wie sich die Verhältnisse dieser grofsartigen Bahnverbindung unter den nun ganz veränderten Verkehrsbedingungen gestalten werden.

Schnellfahrversuche mit Dampflokomotiven.

Abb. 1.

Marienfelde, Lichtenrade, Mahlow, Dahlwitz, Rangsdorf, Dabendorf, Zossen

Längenprofil

1:300 1:200 1:200 1:200 1:310 1:200 1:290 1:320 1:320

Kilometermaßstab

km 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Kurvenband

1000 2000 4000 5000 5000 5000 6500 5000 5000 8000 3000 4000 2000 650

Abb. 2.

km/Std

3 Wagen

6 Wagen

2/4 gek. Schnellzug-Verbund-Lokomotive

Füllung 60% 65% 70% 80%

Schlingern

mm

Abb. 3.

km/Std

3 Wagen

6 Wagen

2/4 gek. 4 cyl. Schnellzug-Verbund-Lokomotive

(Bauart Grafenstaden.)

Füllung 50% 55% 60%

Wanken

Schlingern

mm

Abb. 4.

km/Std

3 Wagen

6 Wagen

2/4 gek. Heißdampf-Lokomotive

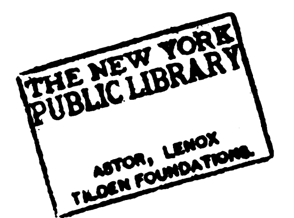
Füllung 30% 35% 40%

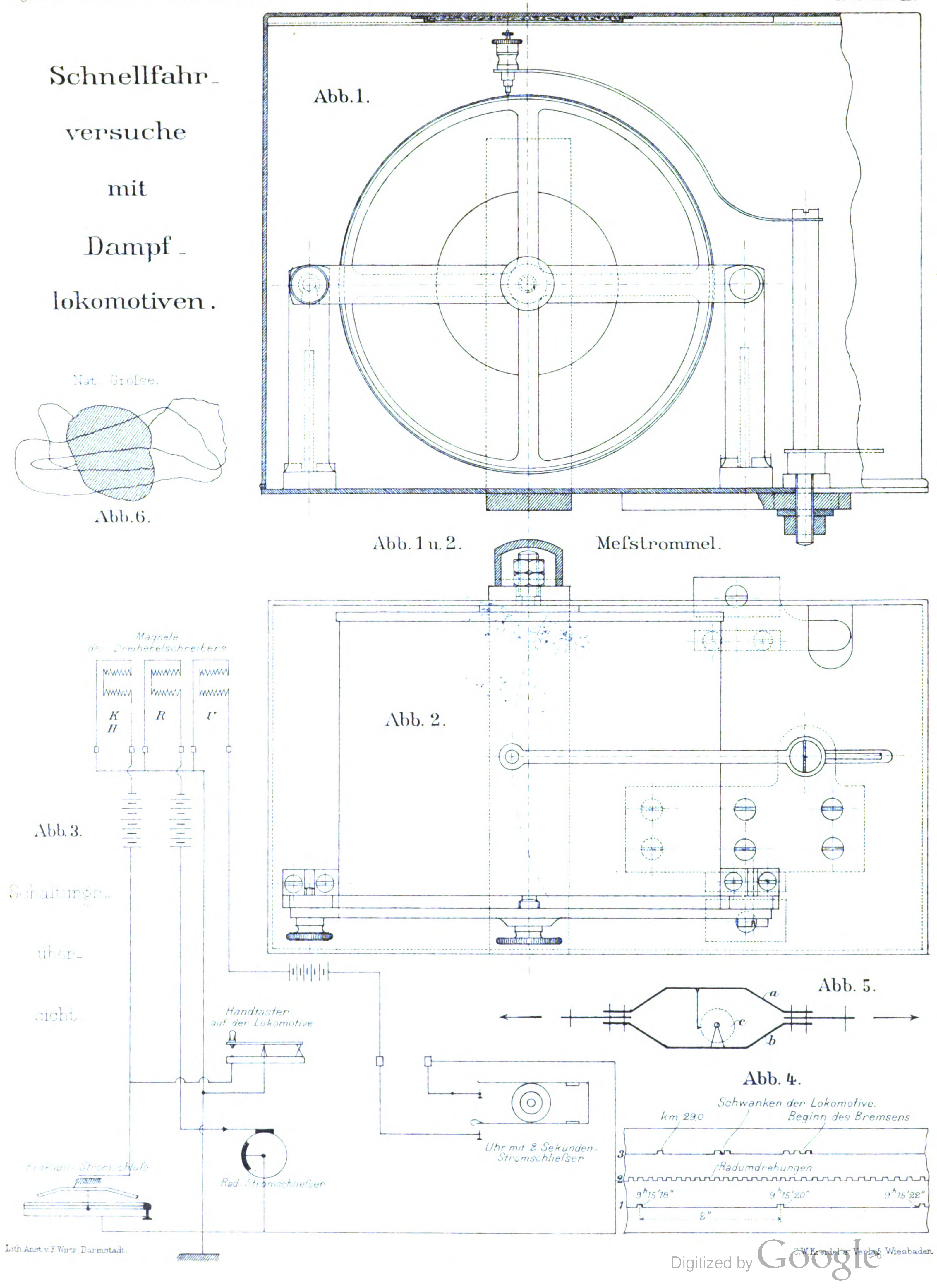
Zucken

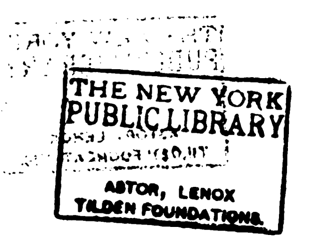
Schlingern

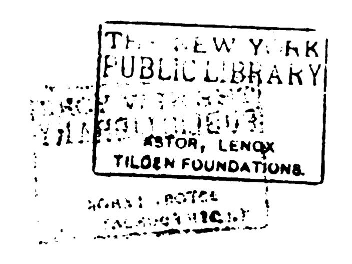
mm

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.




Schnellfahr-
versuche
mit
Dampf-
lokomotiven.
Abb. 1.
Nat. Größe.
Abb. 6.
Abb. 1 u. 2. Meßtrommel.
Abb. 2.
Magnete
des Dreihebelschreibers
K
H
R
V
Abb. 3.
Schaltungs-
über-
sicht.
Handtaster
auf der Lokomotive
Frosch-Stromschluß
Rad-Stromschließer
Uhr mit 2 Sekunden-
Stromschließer
Abb. 5.
a
c
b
Abb. 4.
Schwanken der Lokomotive.
km 29,0
Beginn des Bremsens
Radumdrehungen
3
2
1
9h15'18"
9h15'20"
9h15'22"
2"
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

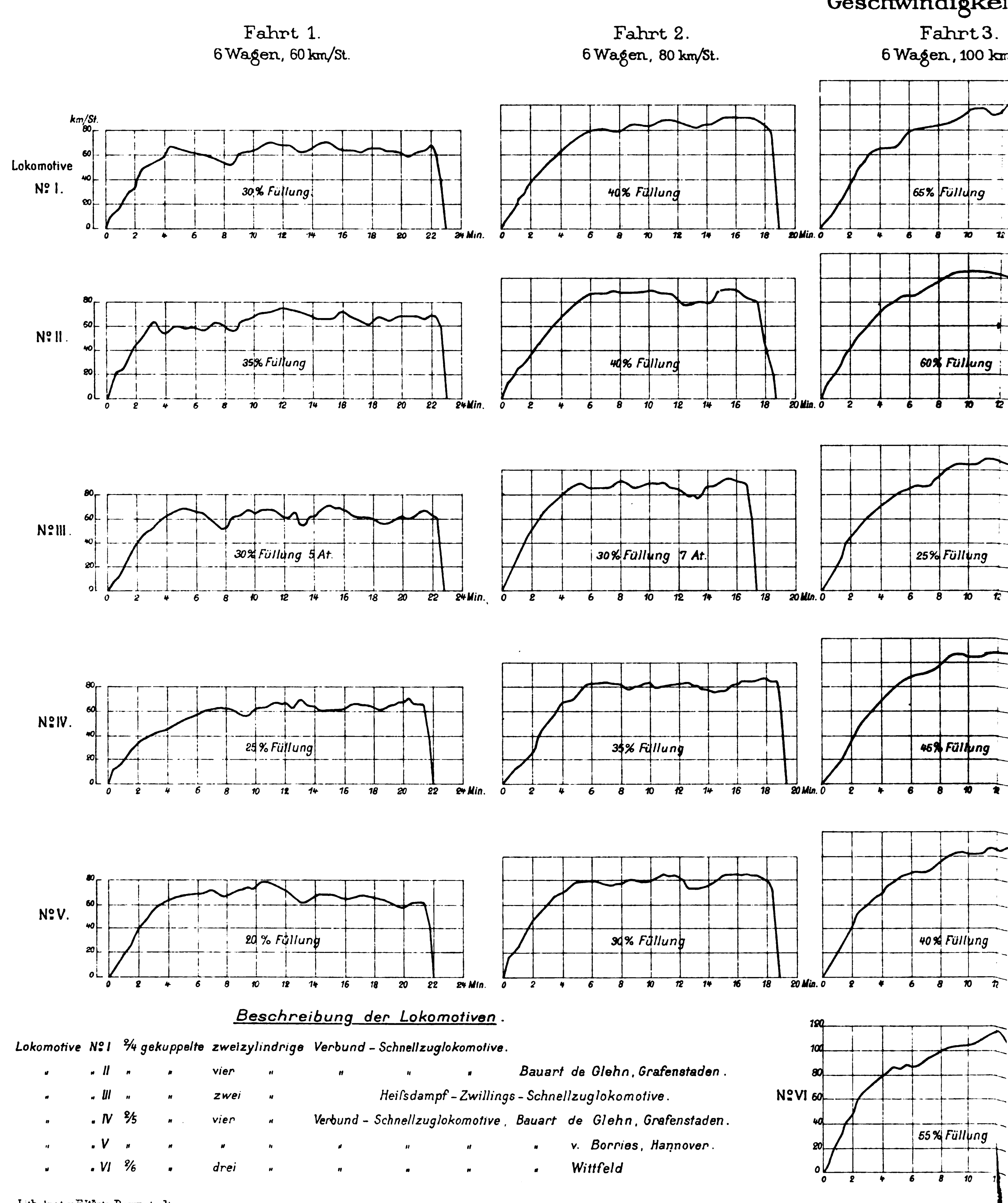




PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATIONS.

Schnellfahrversuche m

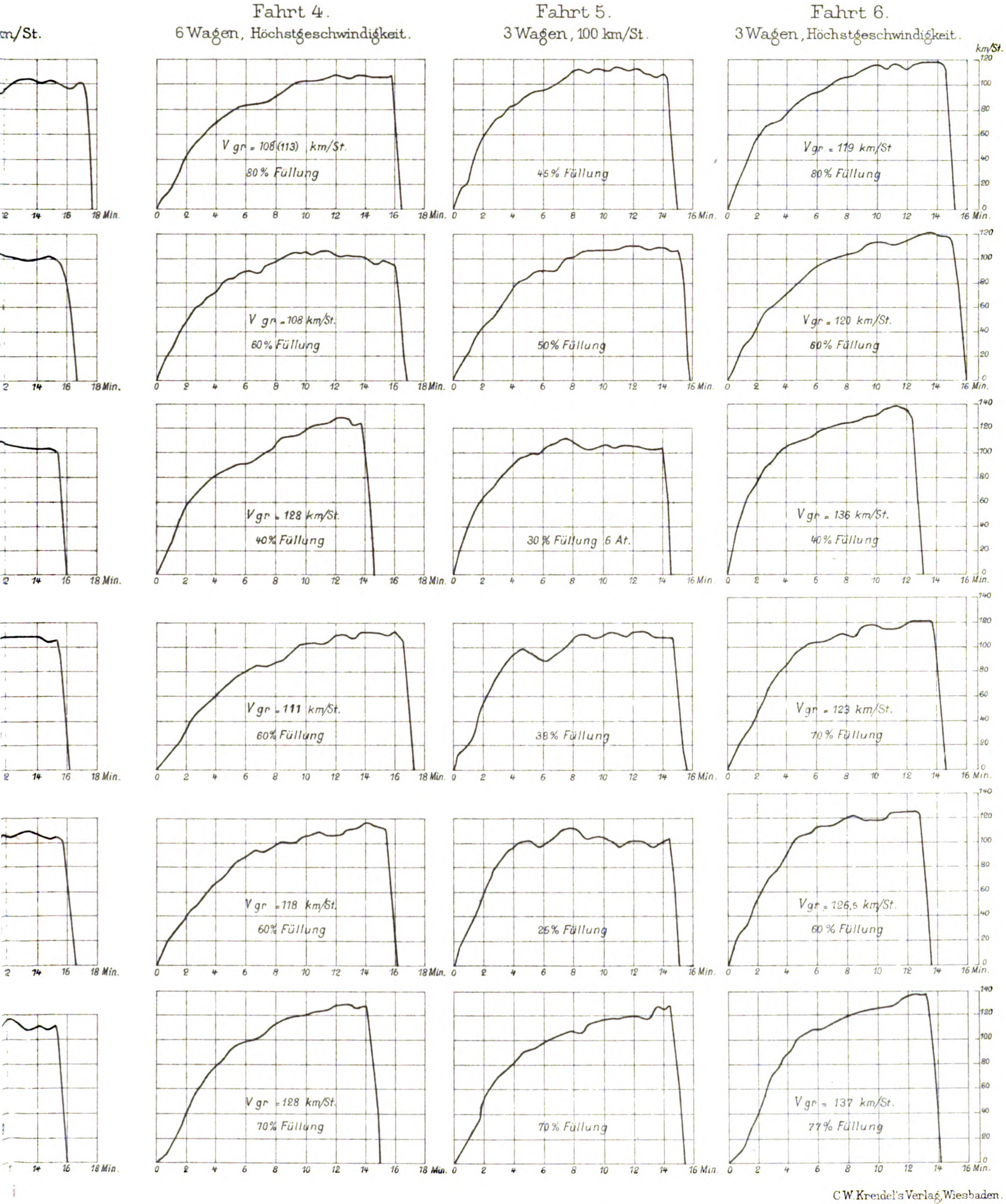
Geschwindigkei

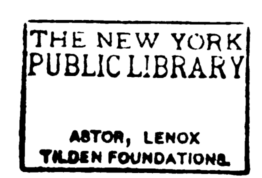


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

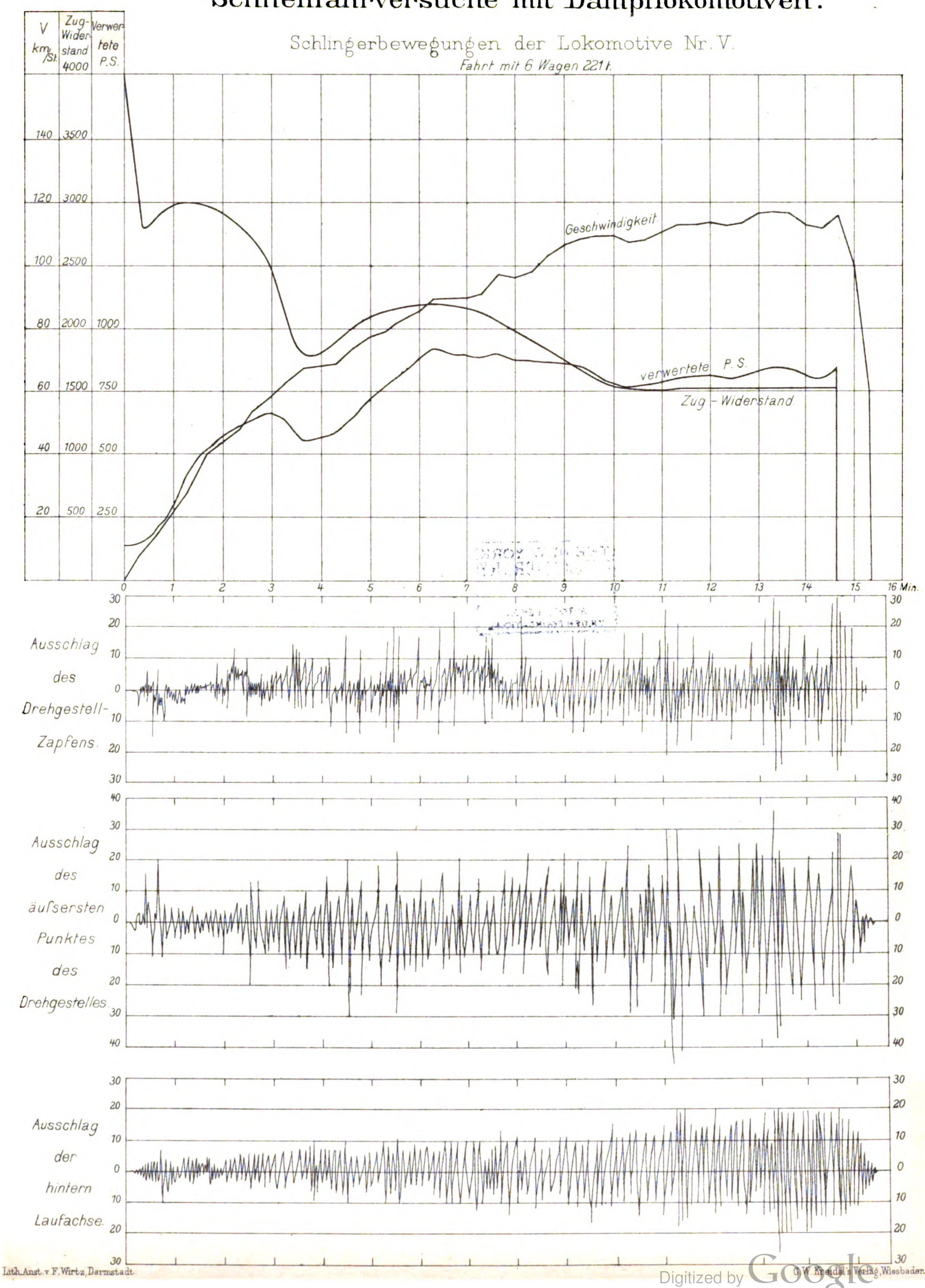
nit Dampflokomotiven.

eitsschaulinien.





Schnellfahrversuche mit Dampflokomotiven.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1-11.

Fallscheibenwerk zum Anzeigen der Gleise bei Verschiebe bewegungen.

Abb. 1.

Sammel- Gleise. Tastenständer Ablauf- Berg Kabel Stellwerk

Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 4.

Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 7.

Abb. 11.

Fallscheibenwerk

W. 200

Taste des Weichenstellers.

No 1 ist gedrückt

Tastenständer auf dem Ablaufberge.

Abb. 8.

Abb. 9.

Abb. 10.

Klemmenschraube Sonderplatte Metallplatte Nummern Druckknopf

Abb. 12.

Elektrische Ueberlandbahn mit geschützter Stromzuführungsschiene in Pennsylvanien.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

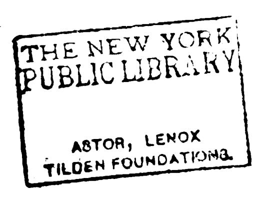


Abb. 1.

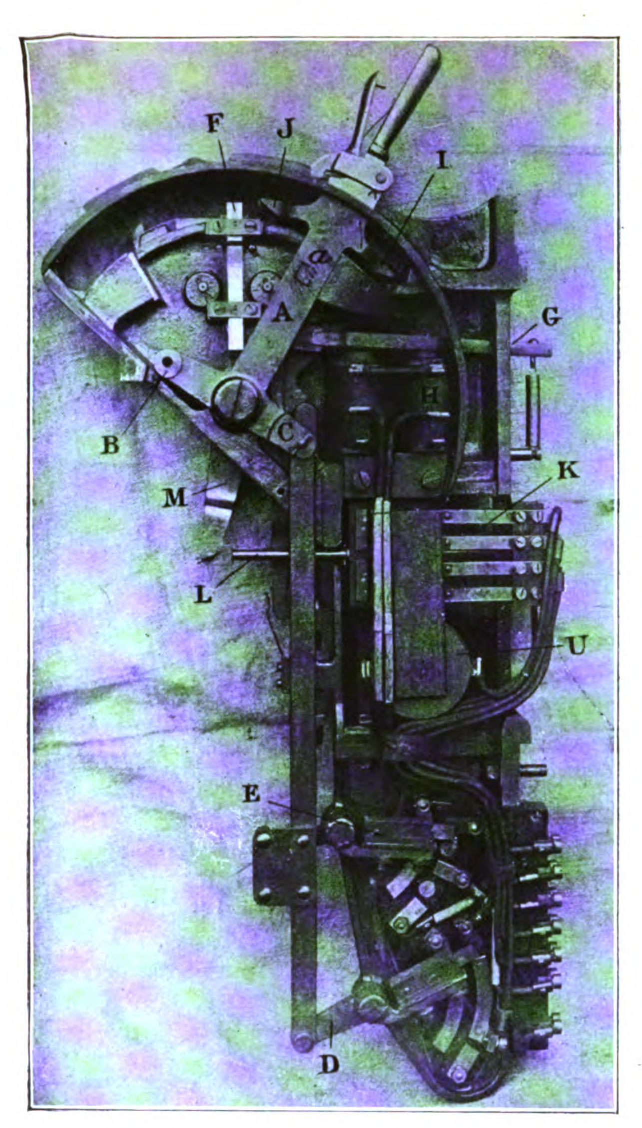


Abb. 2.

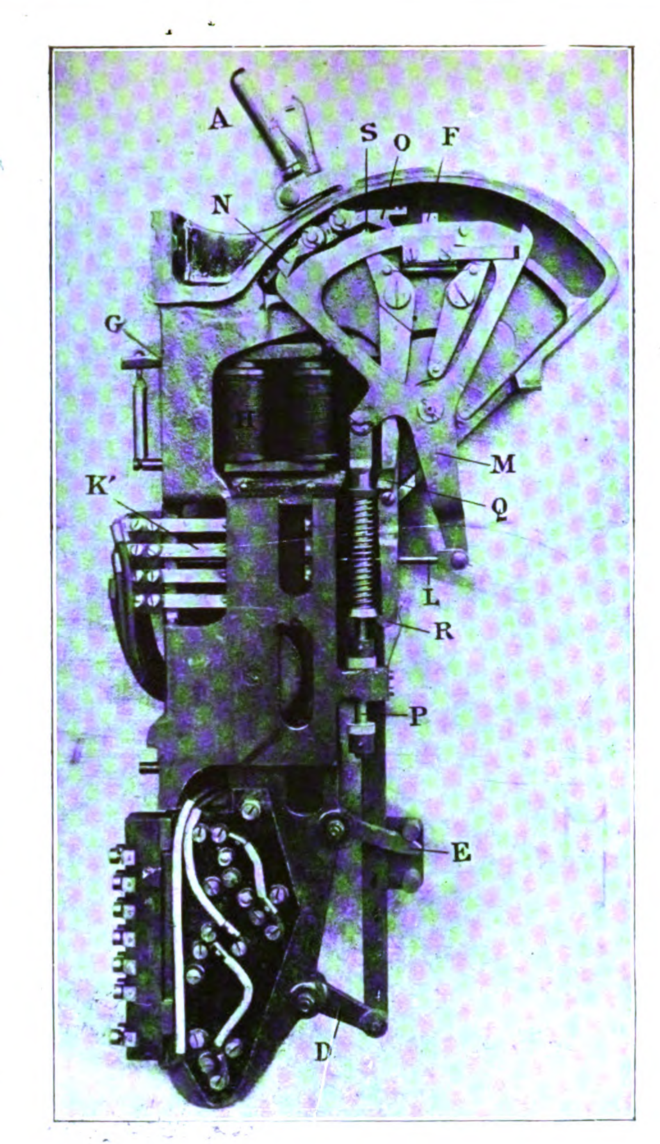


Abb. 3.

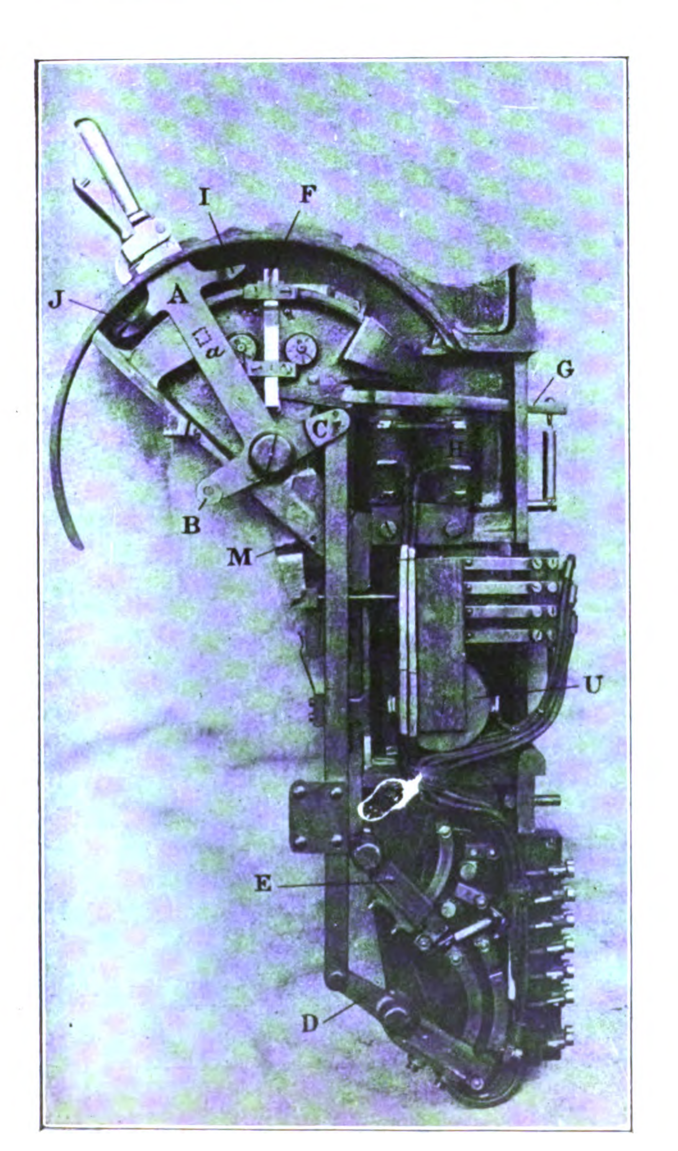
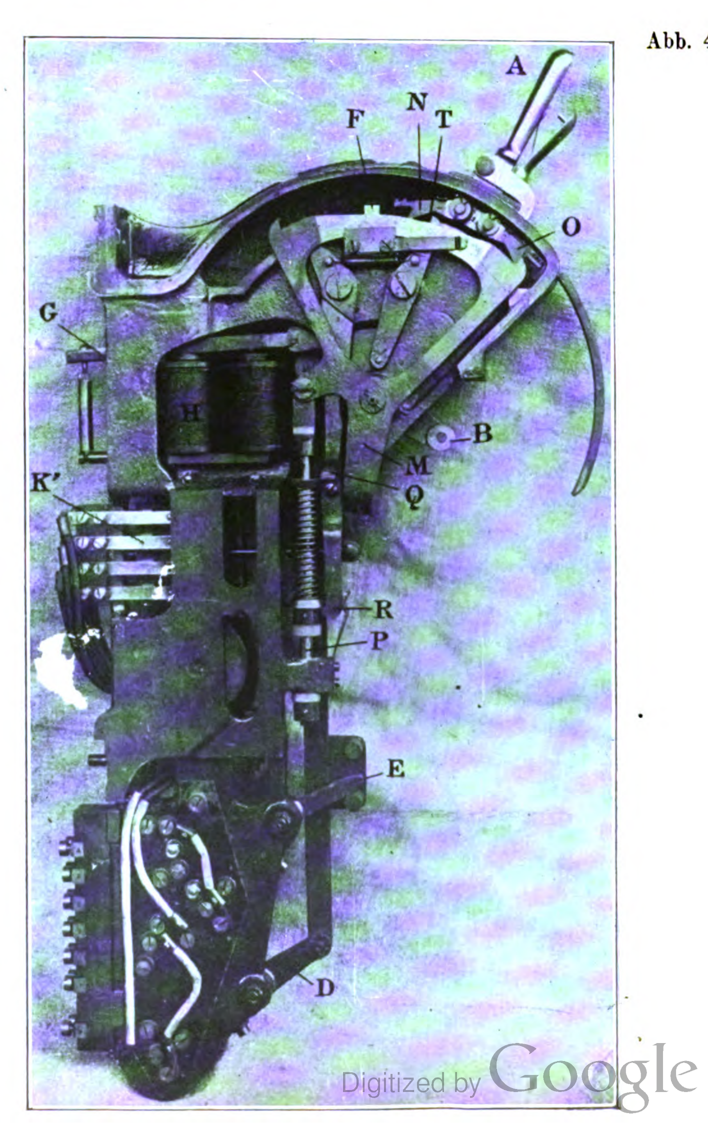
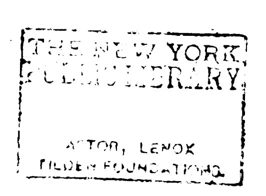
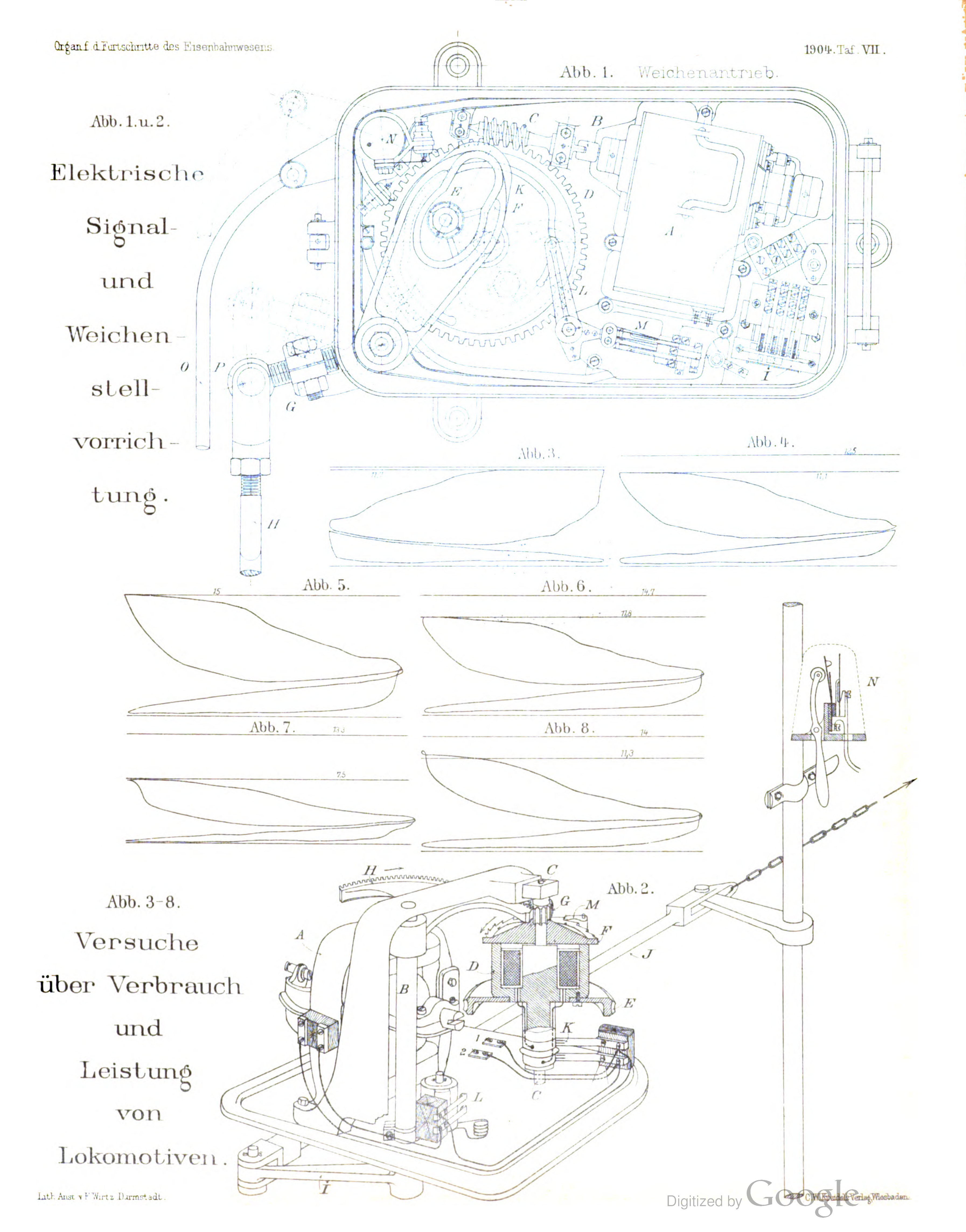
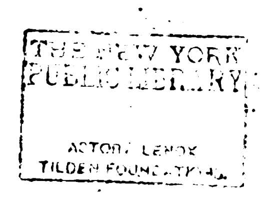


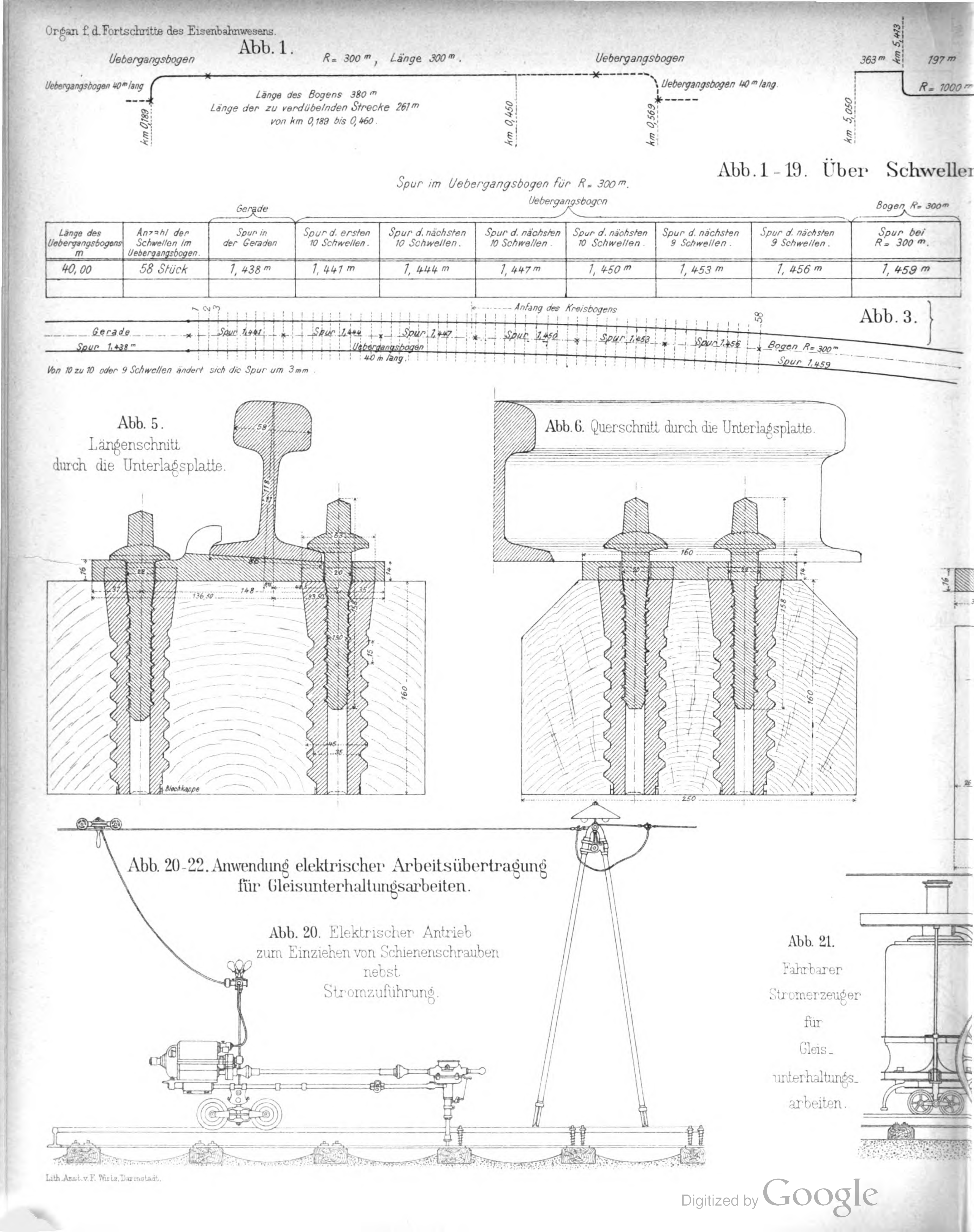
Abb. 4.






Abb. 1. Weichenantrieb.
Abb. 1. u. 2.
Elektrische Signal- und Weichen- stell- vorrich- tung.
Abb. 3.
Abb. 4.
Abb. 5.
Abb. 6.
Abb. 7.
Abb. 8.
Abb. 2.
Abb. 3–8.
Versuche über Verbrauch und Leistung von Lokomotiven.
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

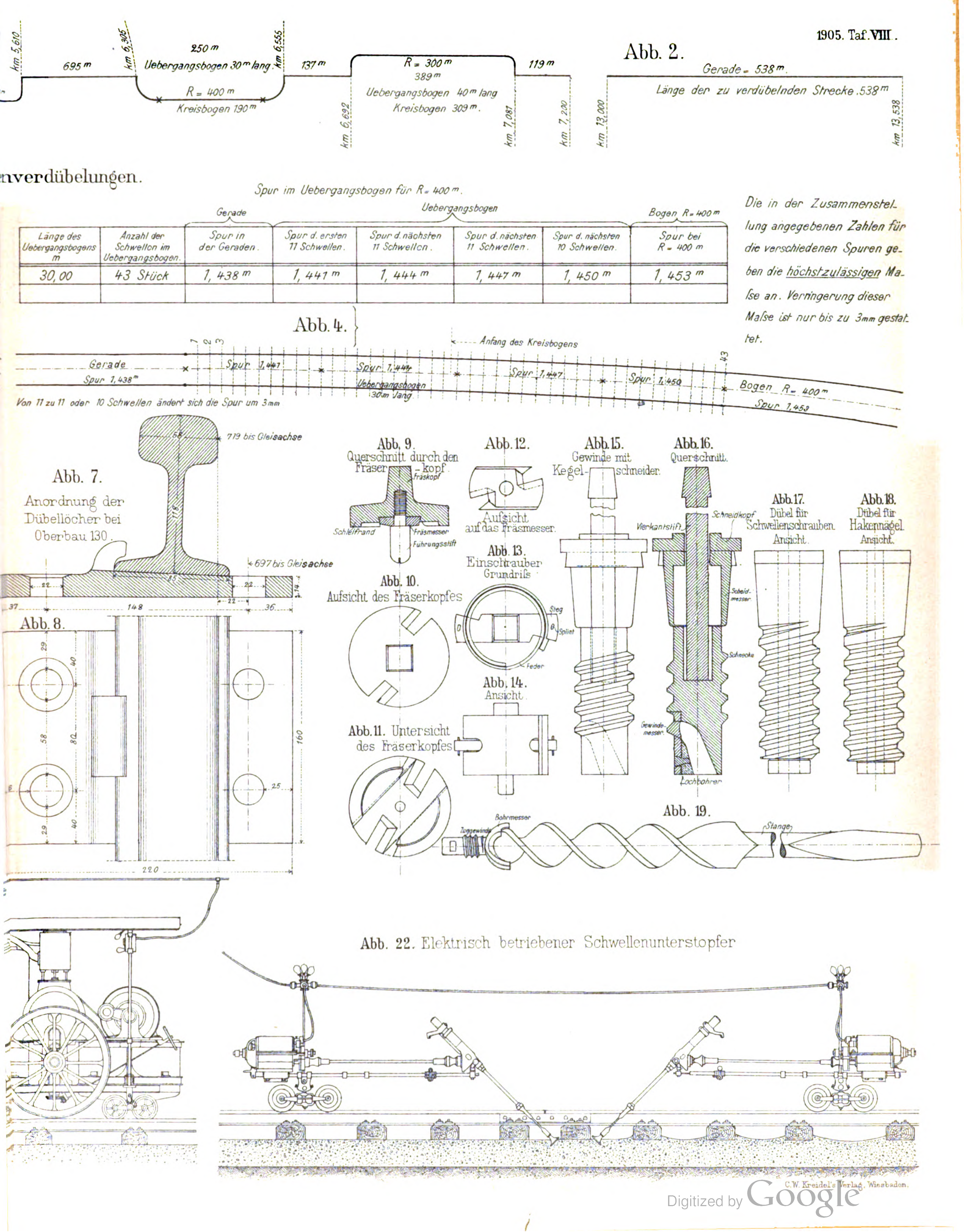




Spur im Uebergangsbogen für R = 300 m.

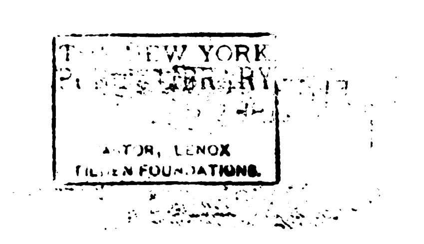
Länge des Uebergangsbogens m	Anzahl der Schwellen im Uebergangsbogen.	Spur in der Geraden	Spur d. ersten 10 Schwellen.	Spur d. nächsten 10 Schwellen.	Spur d. nächsten 10 Schwellen.	Spur d. nächsten 10 Schwellen.	Spur d. nächsten 9 Schwellen.	Spur d. nächsten 9 Schwellen.	Spur bei R = 300 m.
		Gerade	Uebergangsbogen						Bogen R = 300 m
40,00	58 Stück	1,438 m	1,441 m	1,444 m	1,447 m	1,450 m	1,453 m	1,456 m	1,459 m

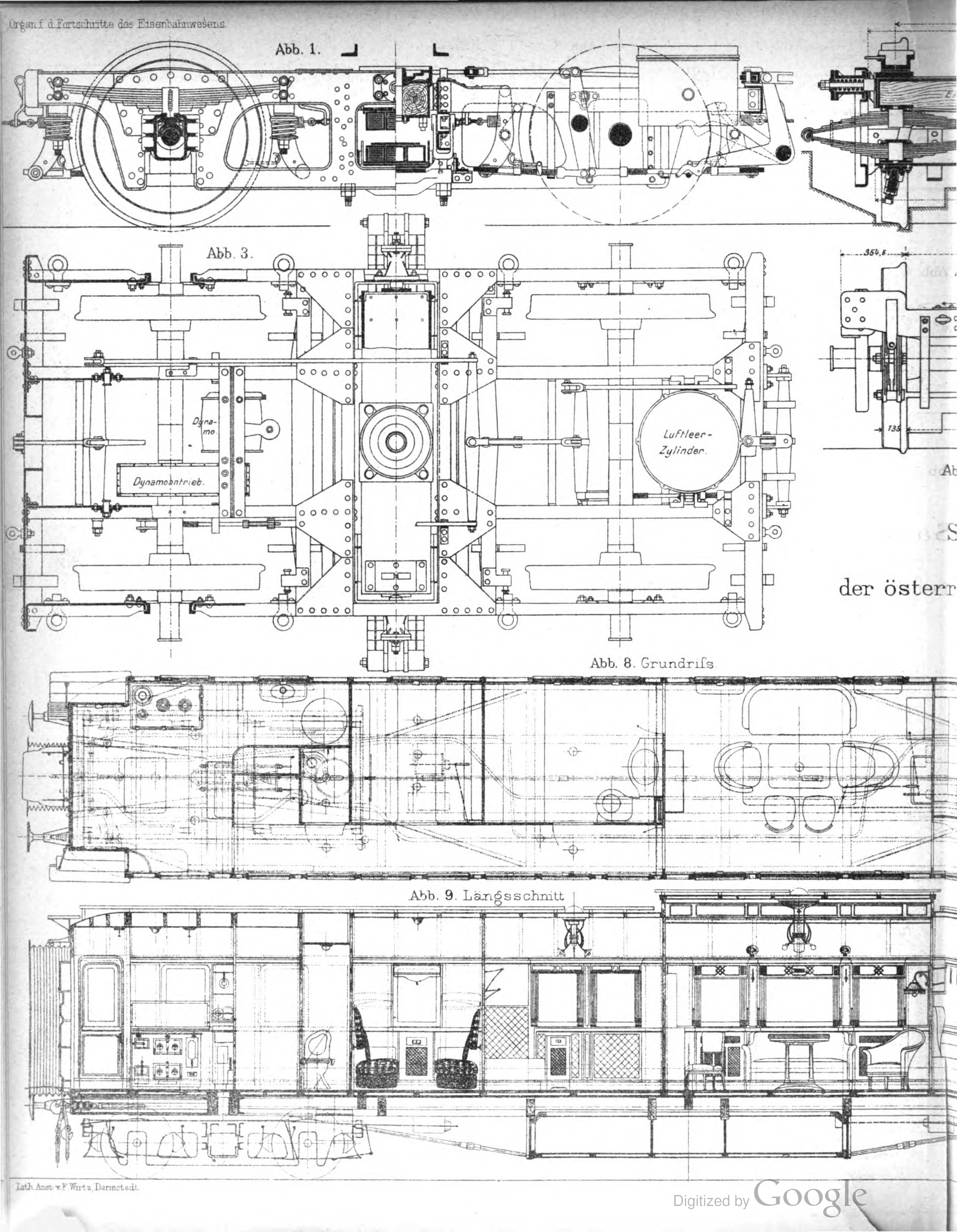
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



Länge des Uebergangsbogens m	Anzahl der Schwellen im Uebergangsbogen.	Gerade: Spur in der Geraden.	Uebergangsbogen: Spur d. ersten 11 Schwellen.	Spur d. nächsten 11 Schwellen.	Spur d. nächsten 11 Schwellen.	Spur d. nächsten 10 Schwellen.	Bogen R = 400 m: Spur bei R = 400 m
30,00	43 Stück	1,438 m	1,441 m	1,444 m	1,447 m	1,450 m	1,453 m

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.





Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

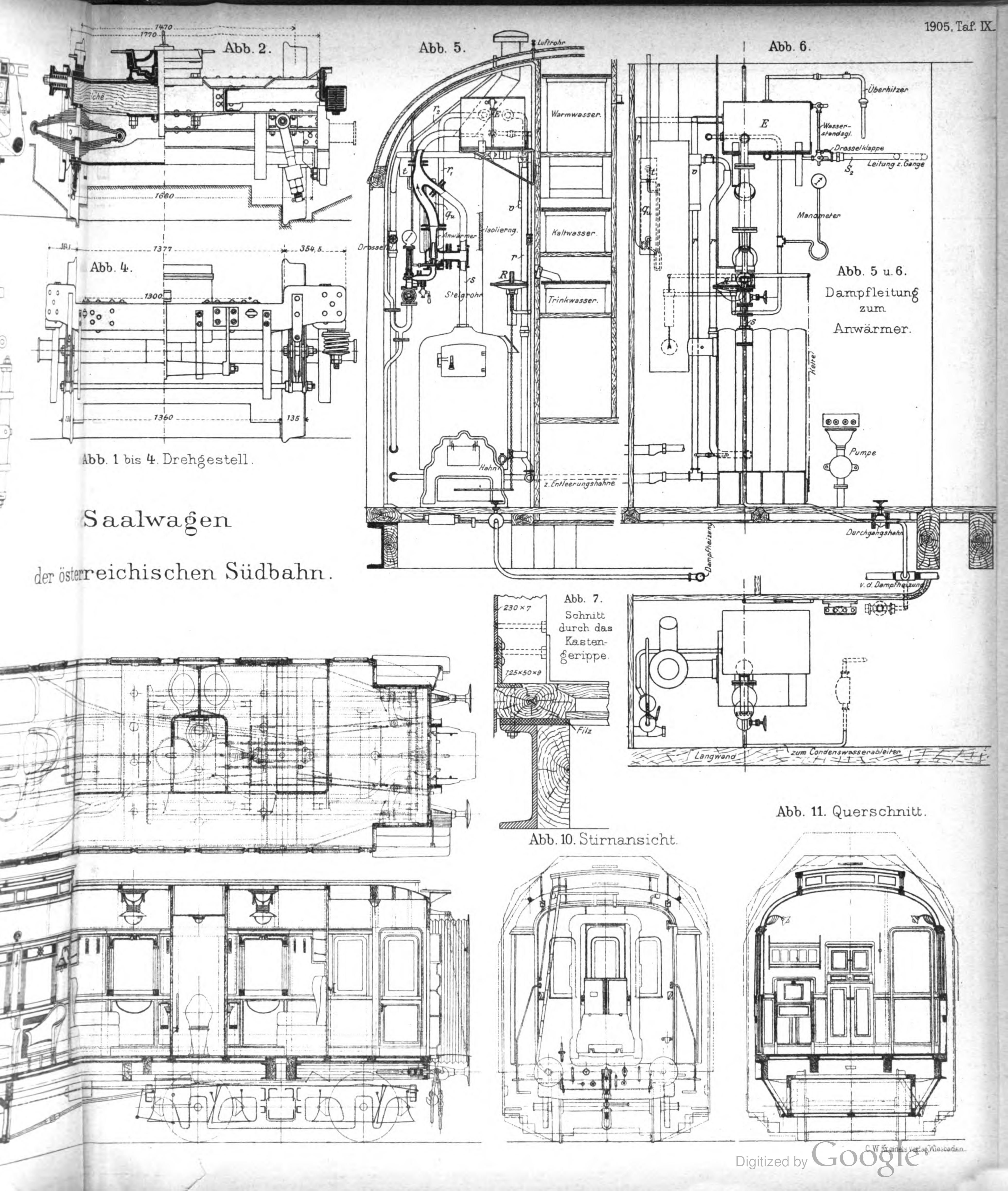
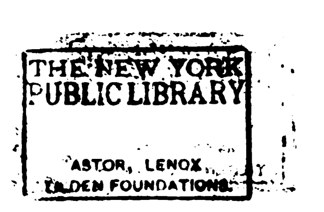
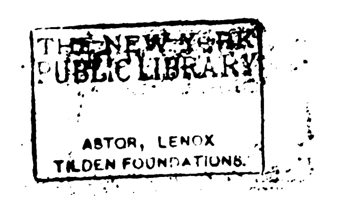


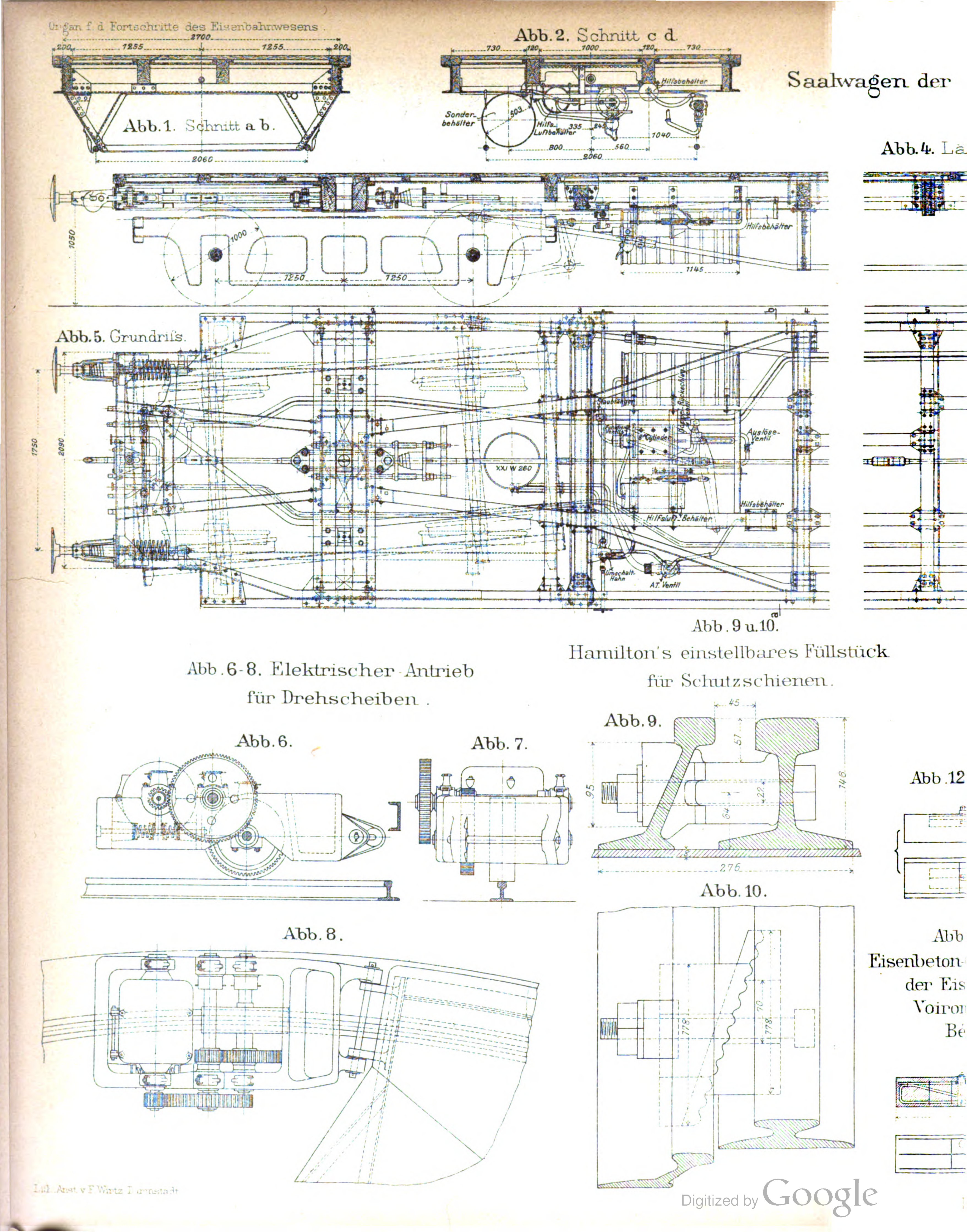
Abb. 1 bis 4. Drehgestell.

Saalwagen der österreichischen Südbahn.

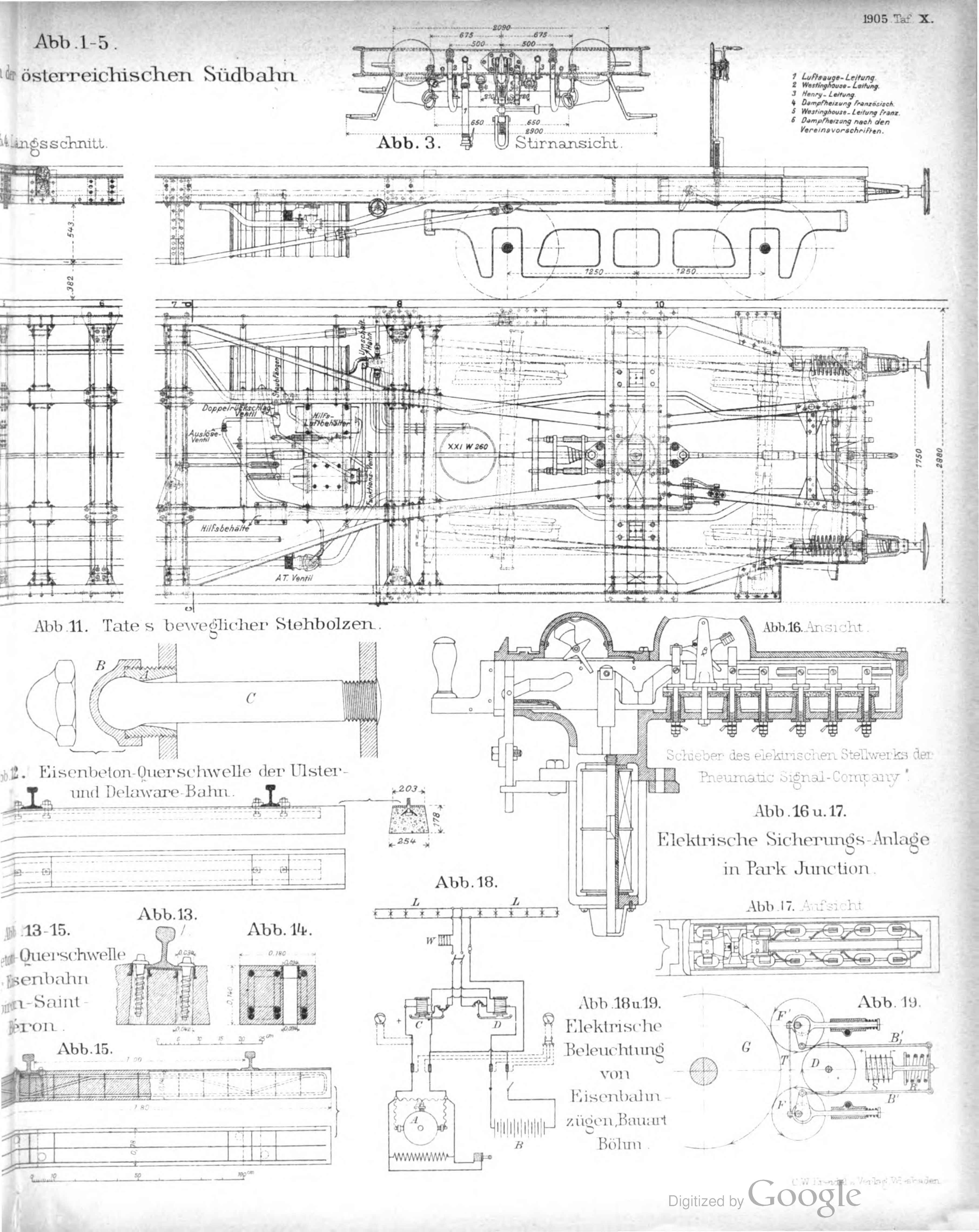
C. W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.




THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATIONS.

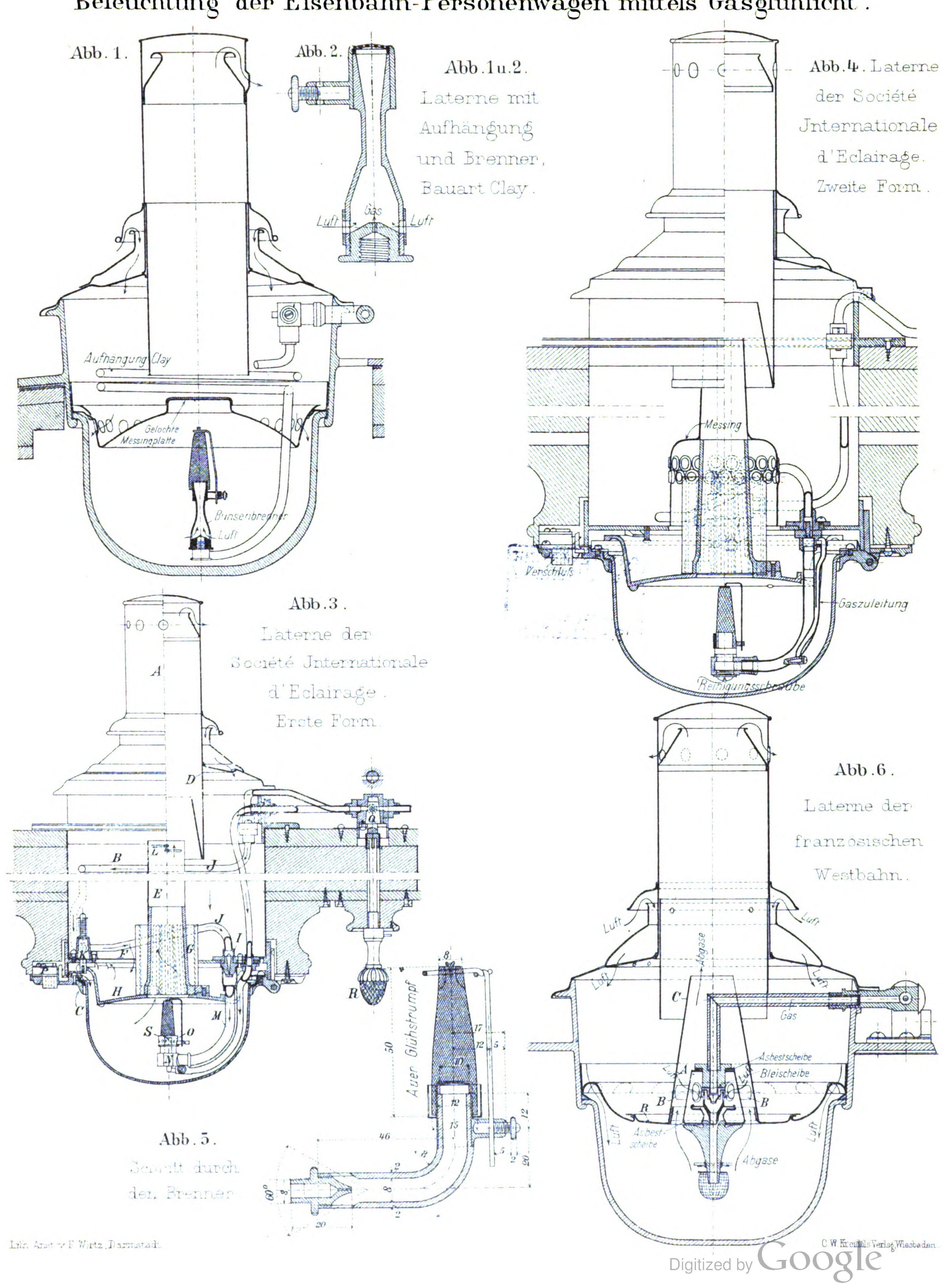


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C.W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden

Beleuchtung der Eisenbahn-Personenwagen mittels Gasglühlicht.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

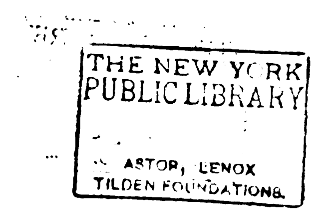


Abb. 1 und 2. Vorortwagen der Illinois-Centralbahn.

Abb. 1. Längsschnitt.

Abb. 2. Querschnitt.

Abb. 8. Kolbenschieber an Viercylinder-Verbund-Lokomotiven der französischen Ostbahn.

Abb. 6. Bahnsteigsperre.

Abb. 9. bis 11. Van Dyke Kesselwagen.

Abb. 9.

Abb. 10.

Abb. 11.

Abb. 7. Übergangsbr

Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt.

Abb. 3 bis 7. Der Endbahnhof der Pennsylvania-Eisenbahn in Jersey-City bei New-York.

Abb. 3. Lageplan

Abb. 5. Sperrschwelle am Ende der Gleise

Abb. 4. Empfangsgebäude

Brücke zur Fähre.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden

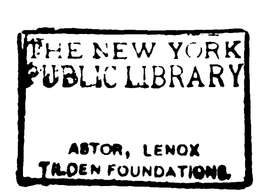


Abb. 1-18. Der Oberbau d

Abb. 1. Schnitt A-B durch die Plattenstütze.

Abb. 1-3. Plattenförmige Einzelunterstützung der East Indian-Bahn.

Abb. 2. Grundriss der Plattenstütze.

Abb. 3. Querschnitt der Schiene.

Abb. 4.

Abb. 5.

Abb. 8. Querschnitt der Schiene.

Abb. 4-9. Neuere Gussglocke mit Löchern zum Stopfen. Great Indian Peninsular-Bahn.

Abb. 9. Wickelfeder zur Schienenbefestigung.

Abb. 15.

Schienenlänge 10,94 m = 11×0,92+2·0,41

Auflager 0,45 lang

Spur 1,676

Abb. 16.

Abb. 17. Querschnitt zu Abb. 16.

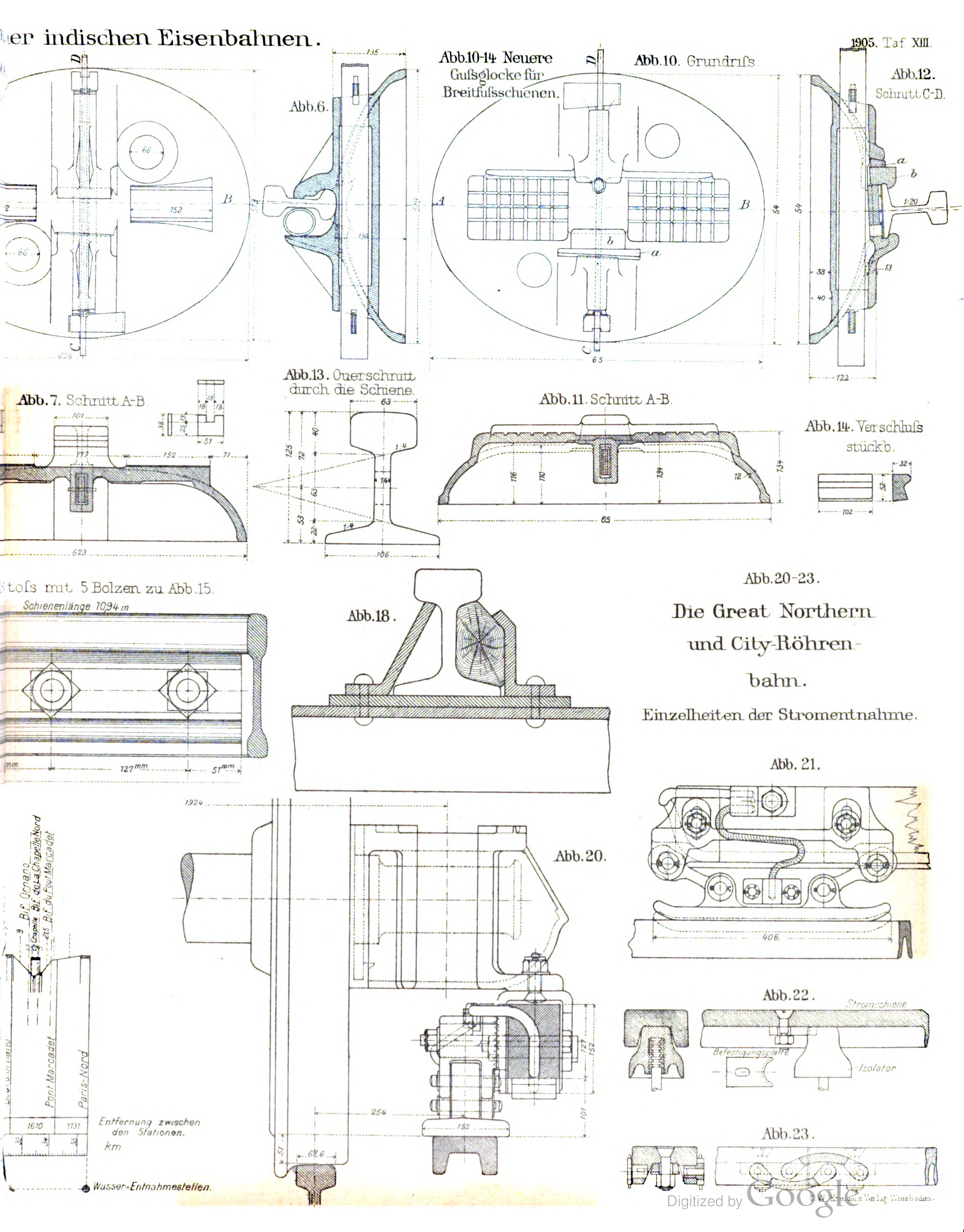
Stoßmitte

Abb. 19. Längsschnitt der Pariser kleinen Gürtelbahn.

Paris-Nord, Pont Marcadet, La Chapelle St. Denis, Est-Ceinture, Pont de Flandre, Belleville Villette, Menilmontant, Charonne, Vincennes, Bel-Air, La Rapée Bercy, Orleans-Ceinture, La Maison Blanche, La Glacière-Gentilly, Montrouge, Ouest-Ceinture, Vaugirard-Issy, Grenelle, Point du Jour, Auteuil, Passy, Trocadéro, Avenue du Bois de Boulogne, Neuilly, Courcelles, Avenue de Clichy, Avenue de St. Ouen

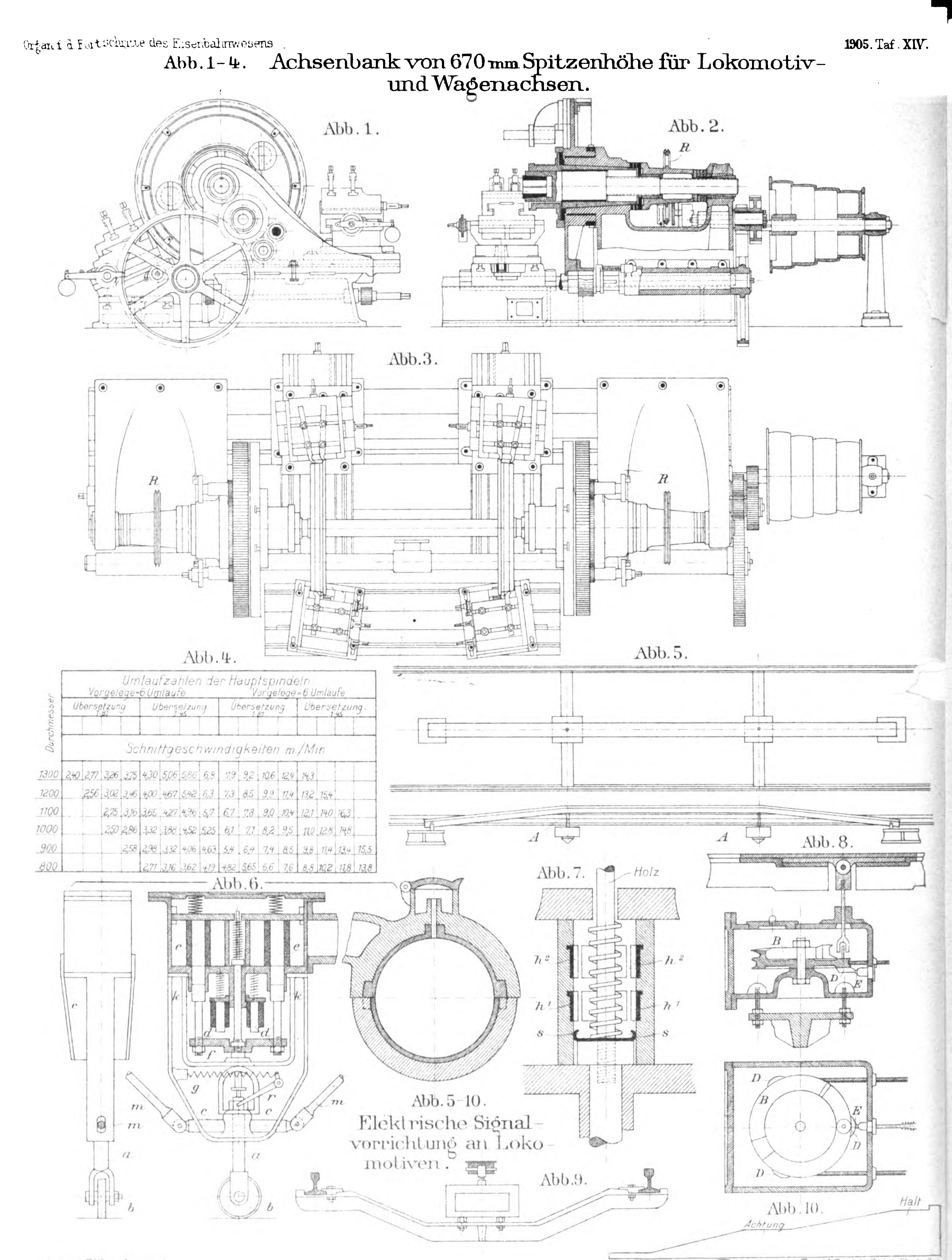
1131 | 1056 | 1220 | 509 | 1308 | 1604 | 1759 | 1269 | 817 | 1859 | 874 | 1590 | 1201 | 1340 | 1579 | 1239 | 949 | 1041 | 1137 | 1549 | 764 | 795 | 977 | 1333 | 201 | 1472 | 974

Bif. du Pont Marcadet, Bif. de La Chapelle-Nord, Bif. de La Chapelle St. Denis, Belleville, Sorbier, Charonne, Ivry, Montrouge, Vaugirard, Saint-Ouen



…er indischen Eisenbahnen.
1905. Taf XIII.
Abb.10-14 Neuere Gufsglocke für Breitfufsschienen.
Abb.10. Grundrifs
Abb.12. Schnitt C-D.
Abb.6.
Abb.7. Schnitt A-B
Abb.13. Querschnitt durch die Schiene.
Abb.11. Schnitt A-B.
Abb.14. Verschlufs stück b.
…tofs mit 5 Bolzen zu Abb.15.
Schienenlänge 10,94 m
Abb.18.
Abb.20-23.
Die Great Northern und City-Röhren-bahn.
Einzelheiten der Stromentnahme.
Abb. 21.
Abb.20.
Abb.22.
Stromschiene
Befestigungsplatte
Isolator
Abb.23.
Bif. Ornano
Bif. de la Chapelle Nord
Bif. du Pont Marcadet
Pont Marcadet
Paris-Nord
Entfernung zwischen den Stationen.
km
Wasser-Entnahmestellen.

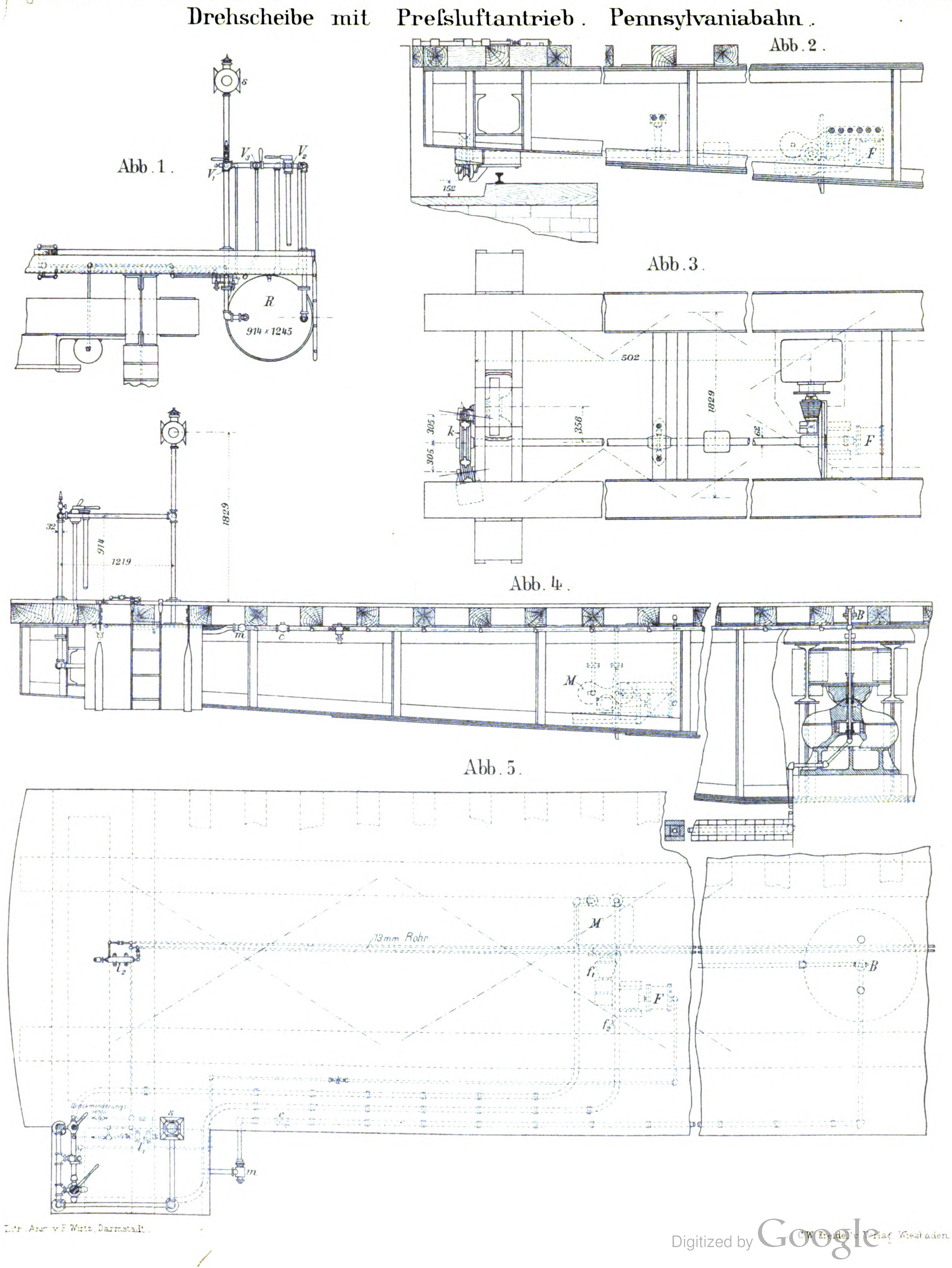
Abb. 1–4. Achsenbank von 670 mm Spitzenhöhe für Lokomotiv- und Wagenachsen.



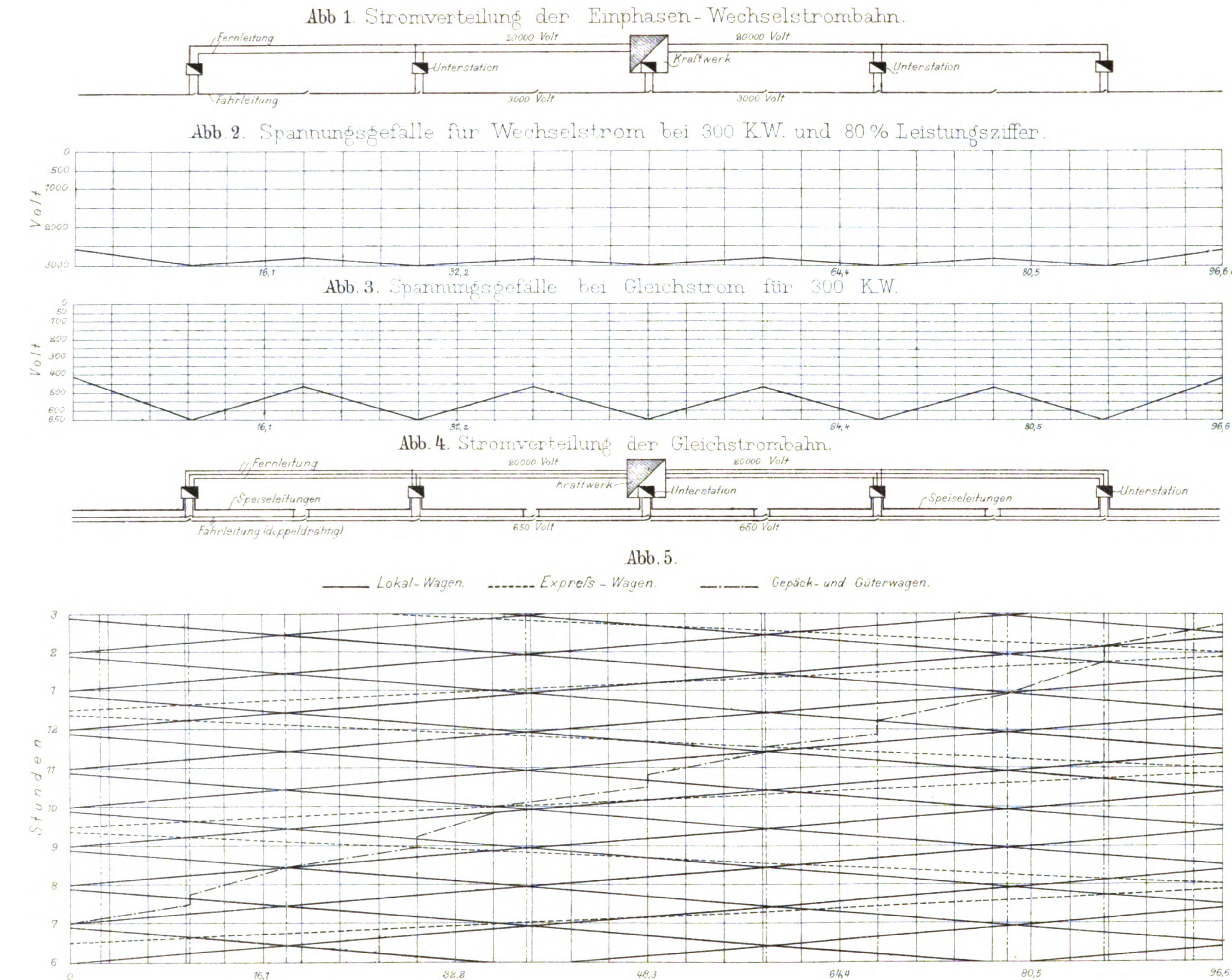
Durchmesser	Umlaufzahlen der Hauptspindeln. Vorgelege = 6 Umlaufe								Vorgelege = 6 Umlaufe							
	Übersetzung 1:81				Übersetzung 1:45				Übersetzung 1:67				Übersetzung 1:45			
	Schnittgeschwindigkeiten m./Min															
1300	2,40	2,77	3,26	3,75	4,30	5,06	5,86	6,8	7,9	9,2	10,6	12,4	14,3			
1200		2,56	3,02	3,46	4,00	4,67	5,42	6,3	7,3	8,5	9,9	11,4	13,2	15,4		
1100			2,75	3,16	3,65	4,27	4,96	5,7	6,7	7,8	9,0	10,4	12,1	14,0	16,3	
1000			2,50	2,86	3,32	3,88	4,52	5,25	6,1	7,1	8,2	9,5	11,0	12,8	14,8	
900				2,58	2,98	3,32	4,06	4,63	5,4	6,4	7,4	8,5	9,8	11,4	13,4	15,5
800					2,71	3,16	3,62	4,19	4,82	5,65	6,6	7,6	8,8	10,2	11,8	13,8

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Drehscheibe mit Prefsluftantrieb. Pennsylvaniabahn.

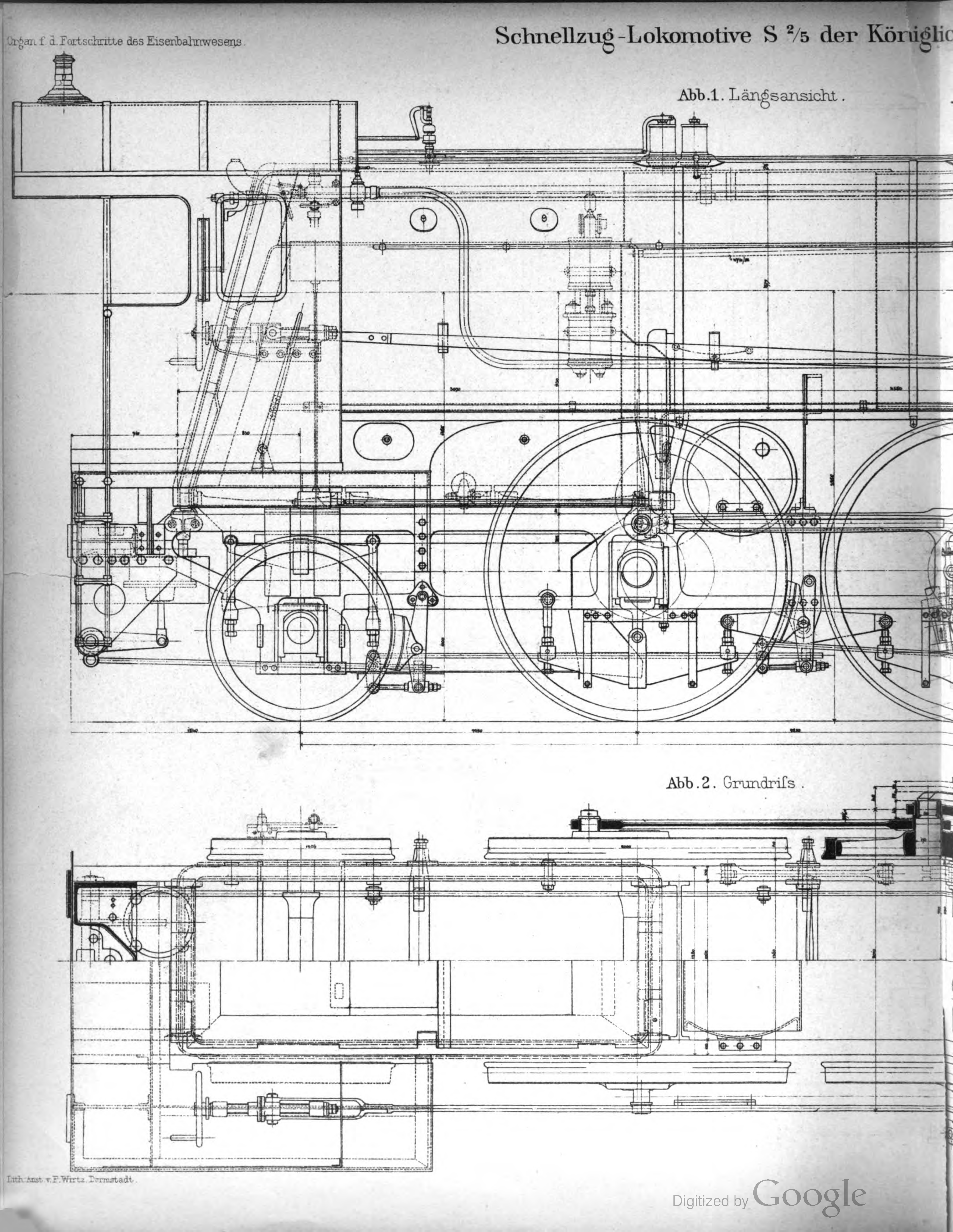


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

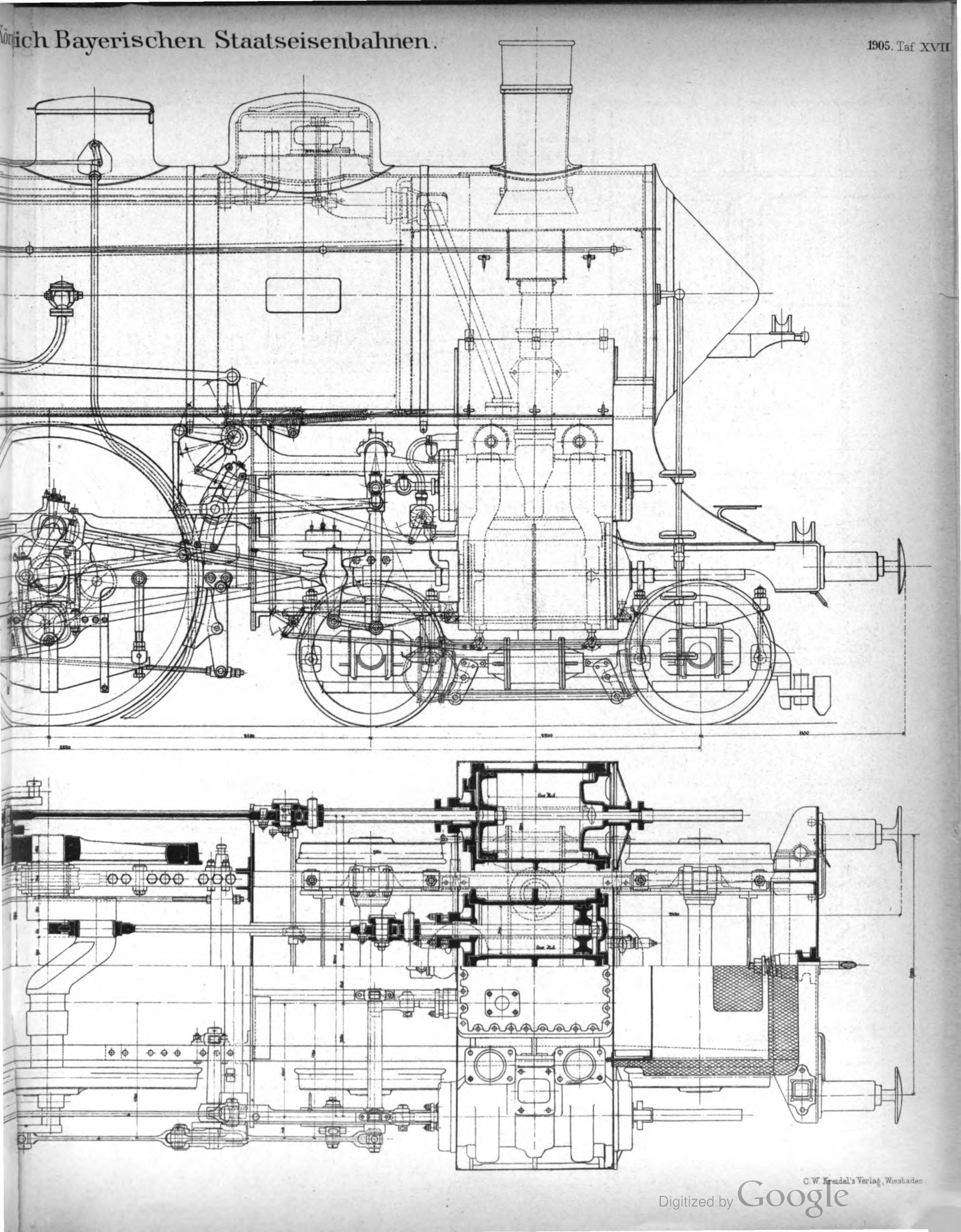


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Schnellzug-Lokomotive S 2/5 der Königlic



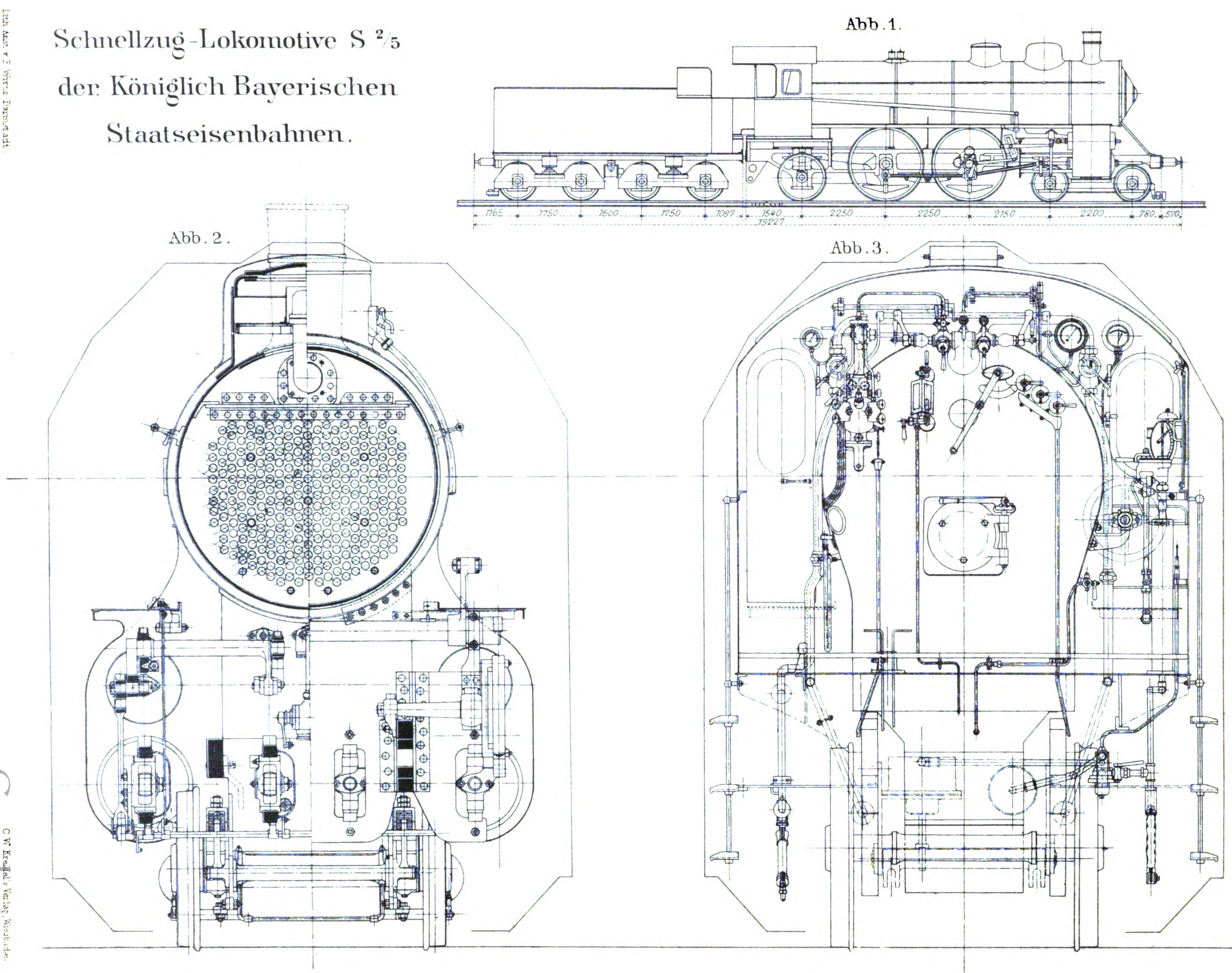
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



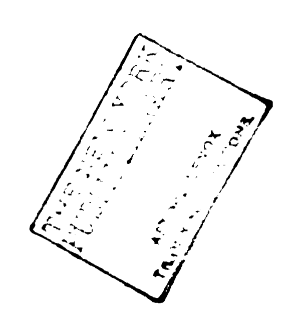
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden

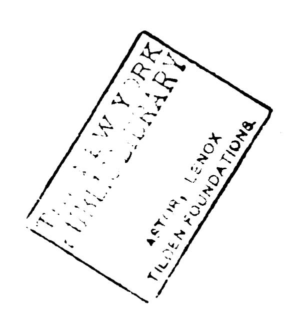

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
FOUNDATIONS.

Schnellzug-Lokomotive S 2/5 der Königlich Bayerischen Staatseisenbahnen.



Lith. Anst. v. E. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.





Schnellzug-Lokomotive S 3/5 der Kön

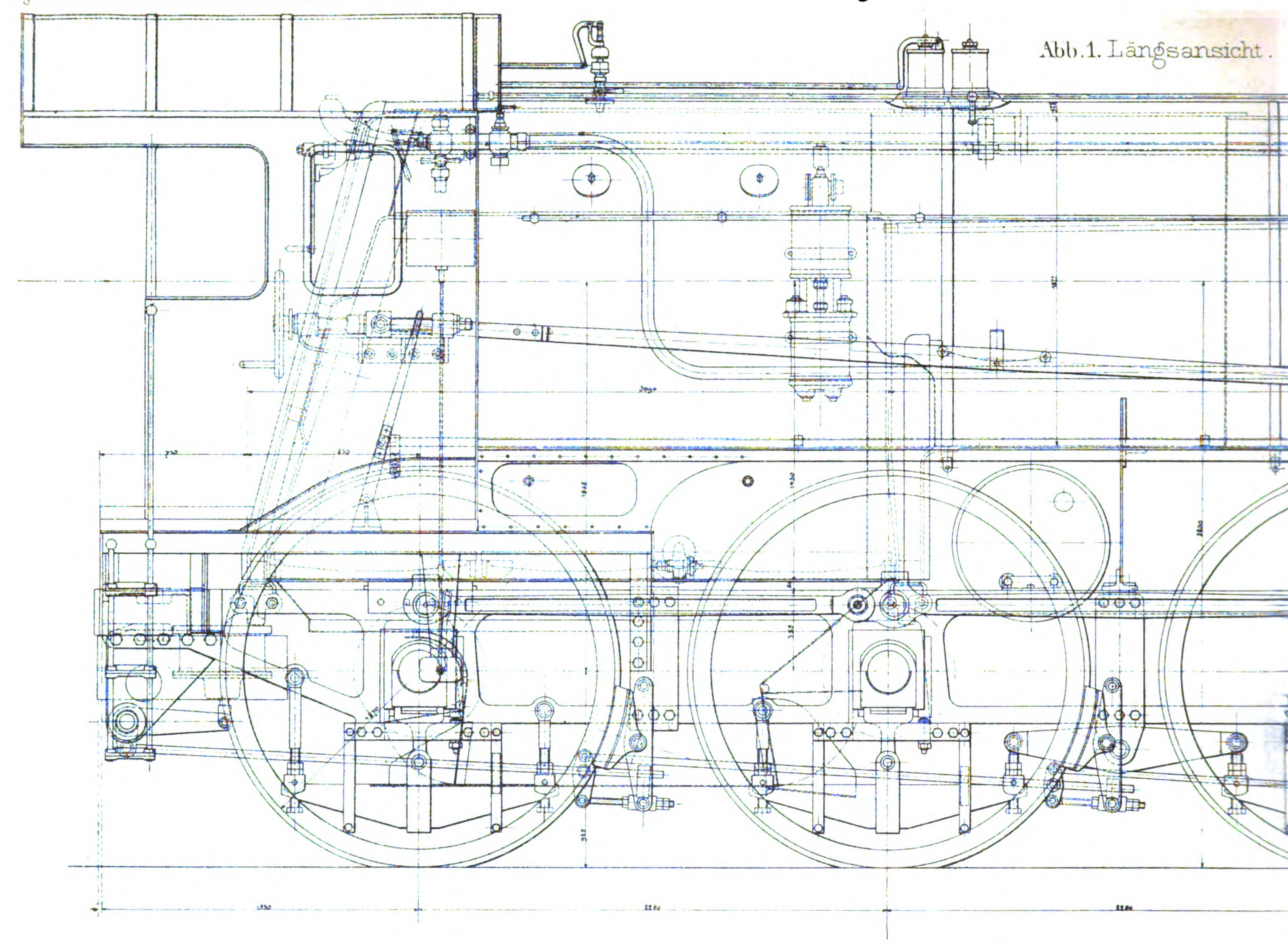
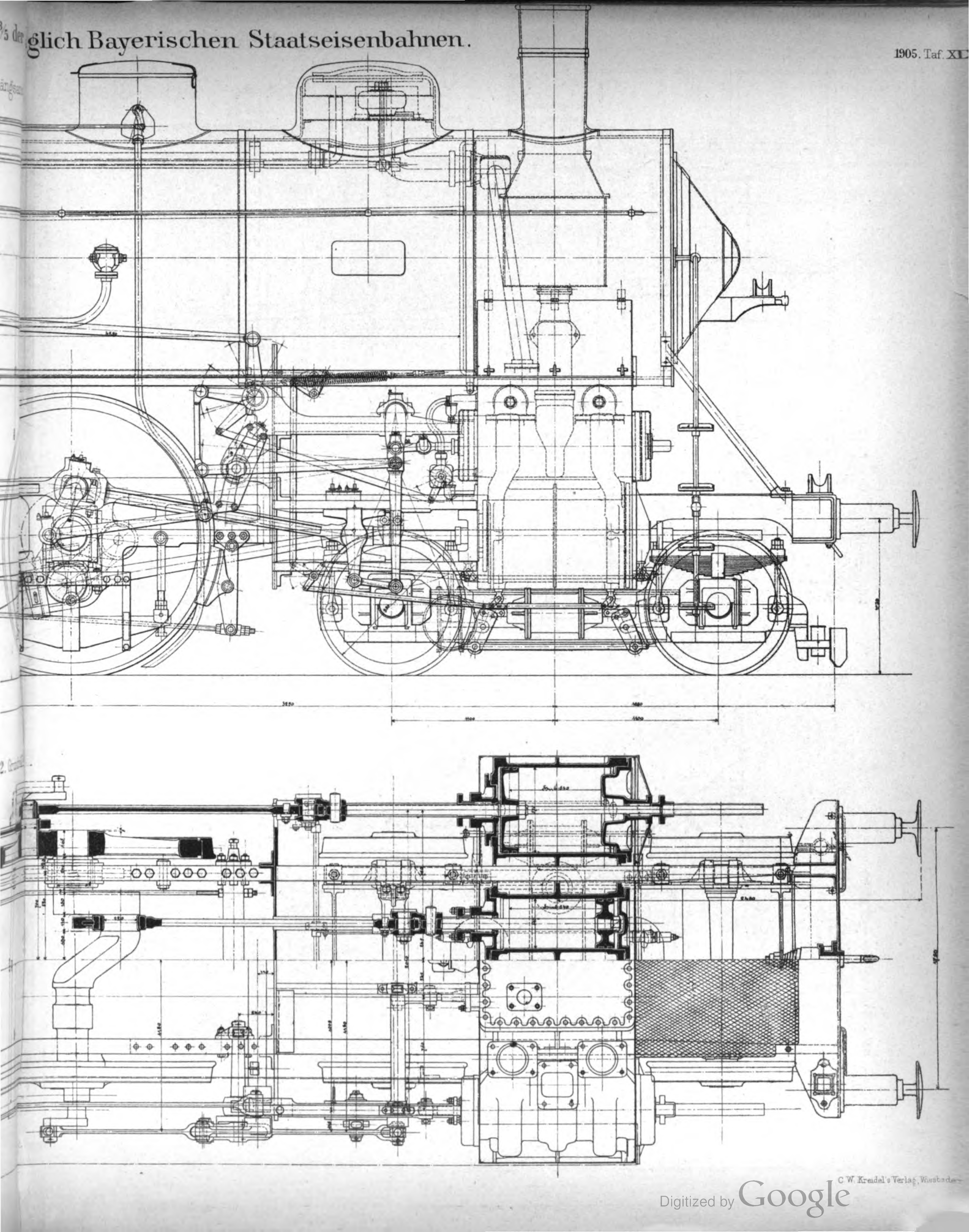
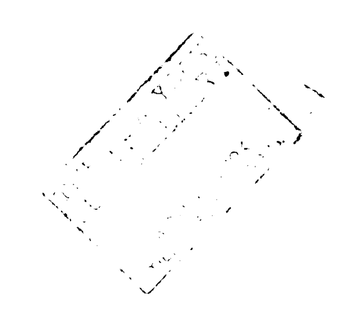


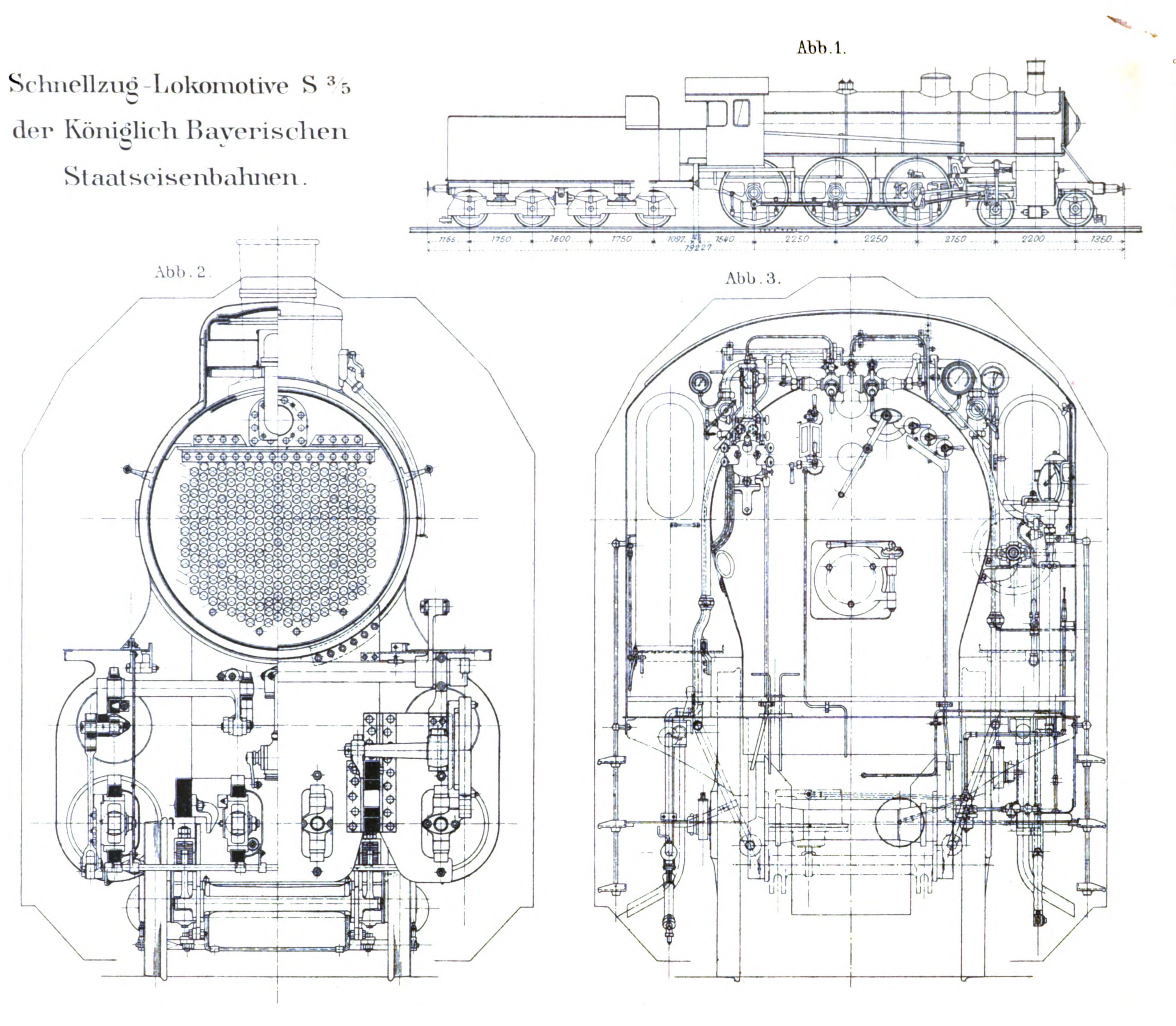
Abb. 1. Längsansicht.

Abb. 2. Grundriß


glich Bayerischen Staatseisenbahnen.
1905. Taf. XI
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden



Schnellzug-Lokomotive S 3/5 der Königlich Bayerischen Staatseisenbahnen.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Die gebräuchlichsten Bauarten der Funkentelegraphen und ihre gegenwärtige Anordnung.

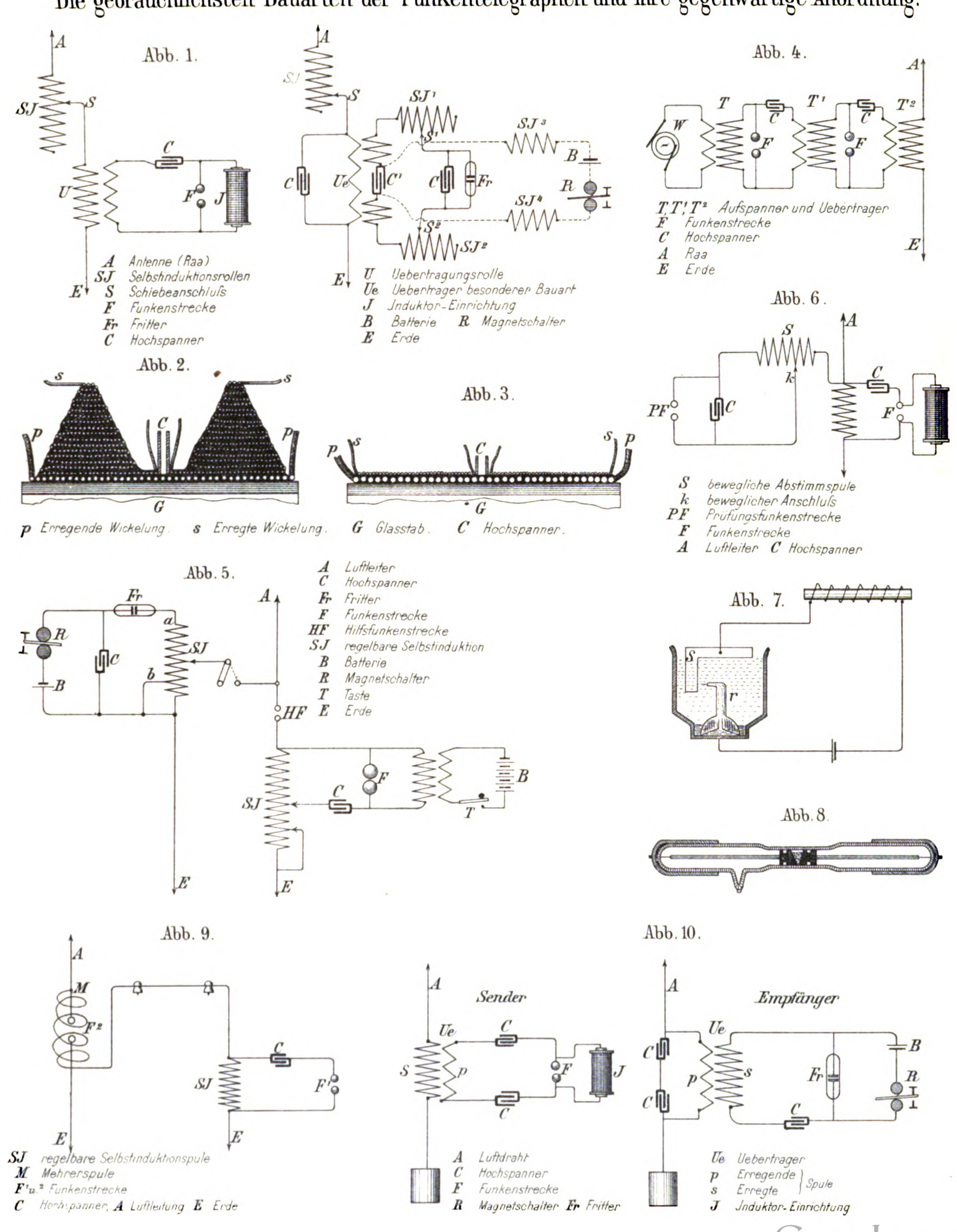
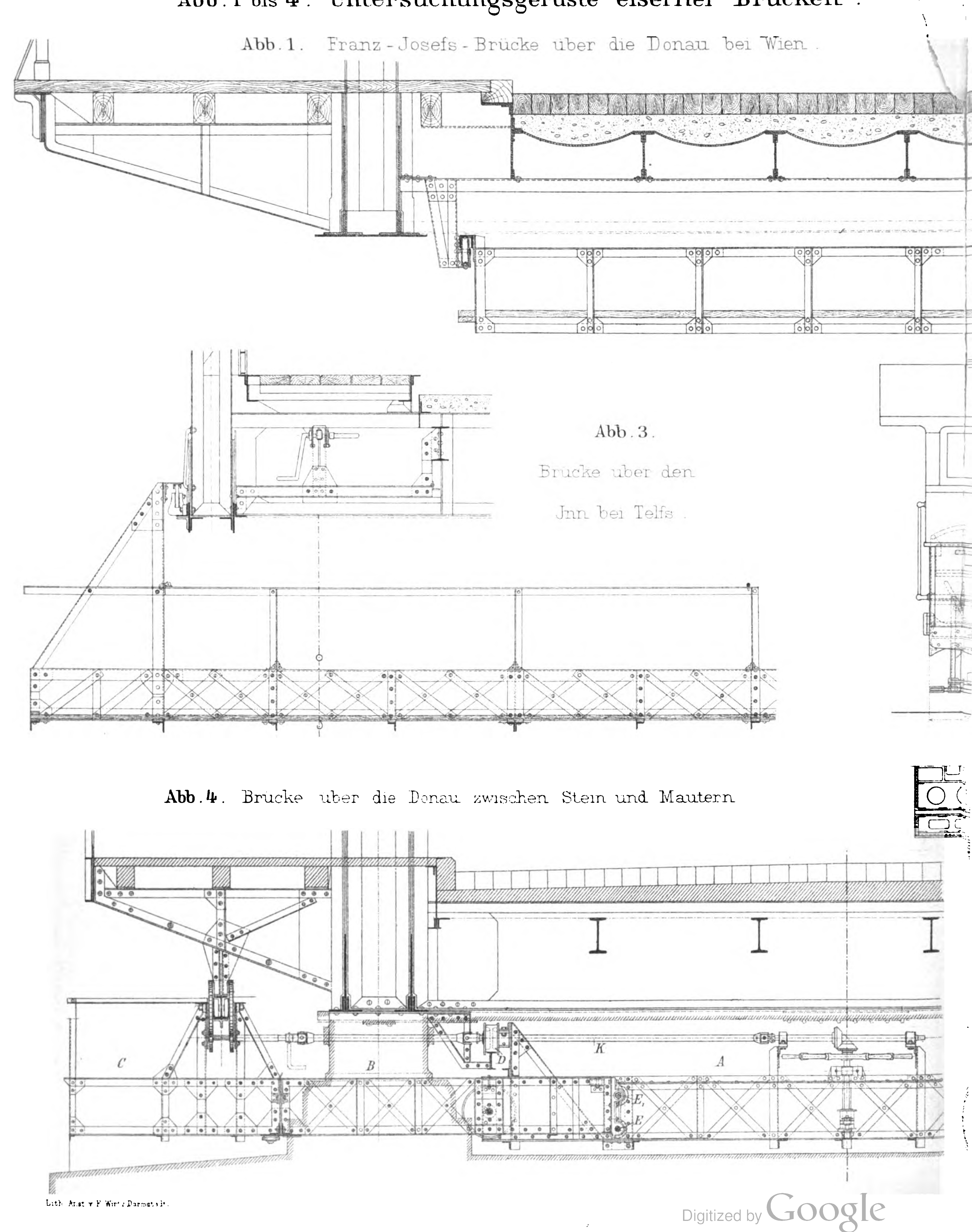
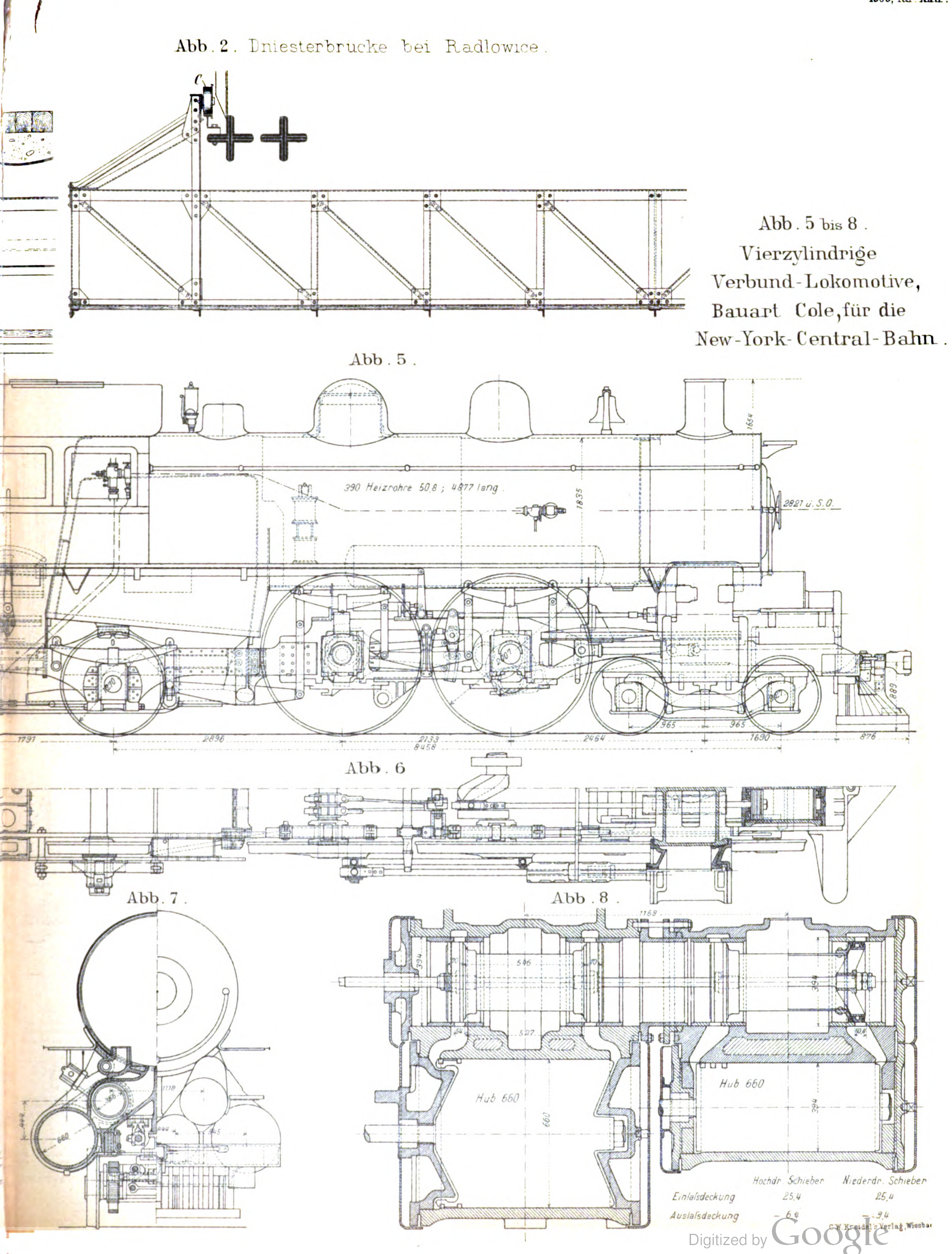


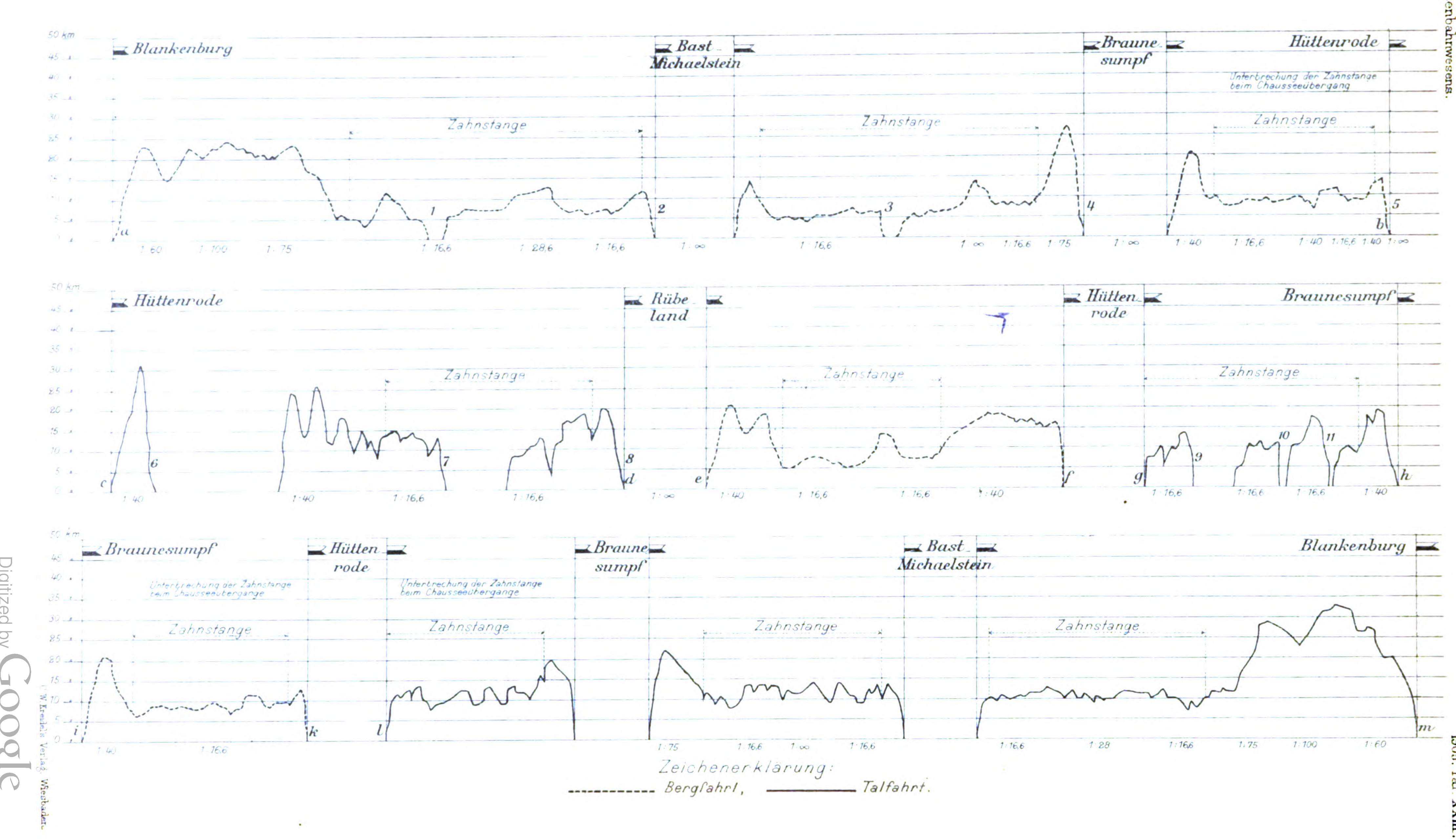
Abb. 1 bis 4. Untersuchungsgerüste eiserner Brücken.



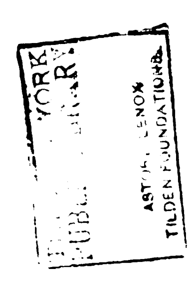
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

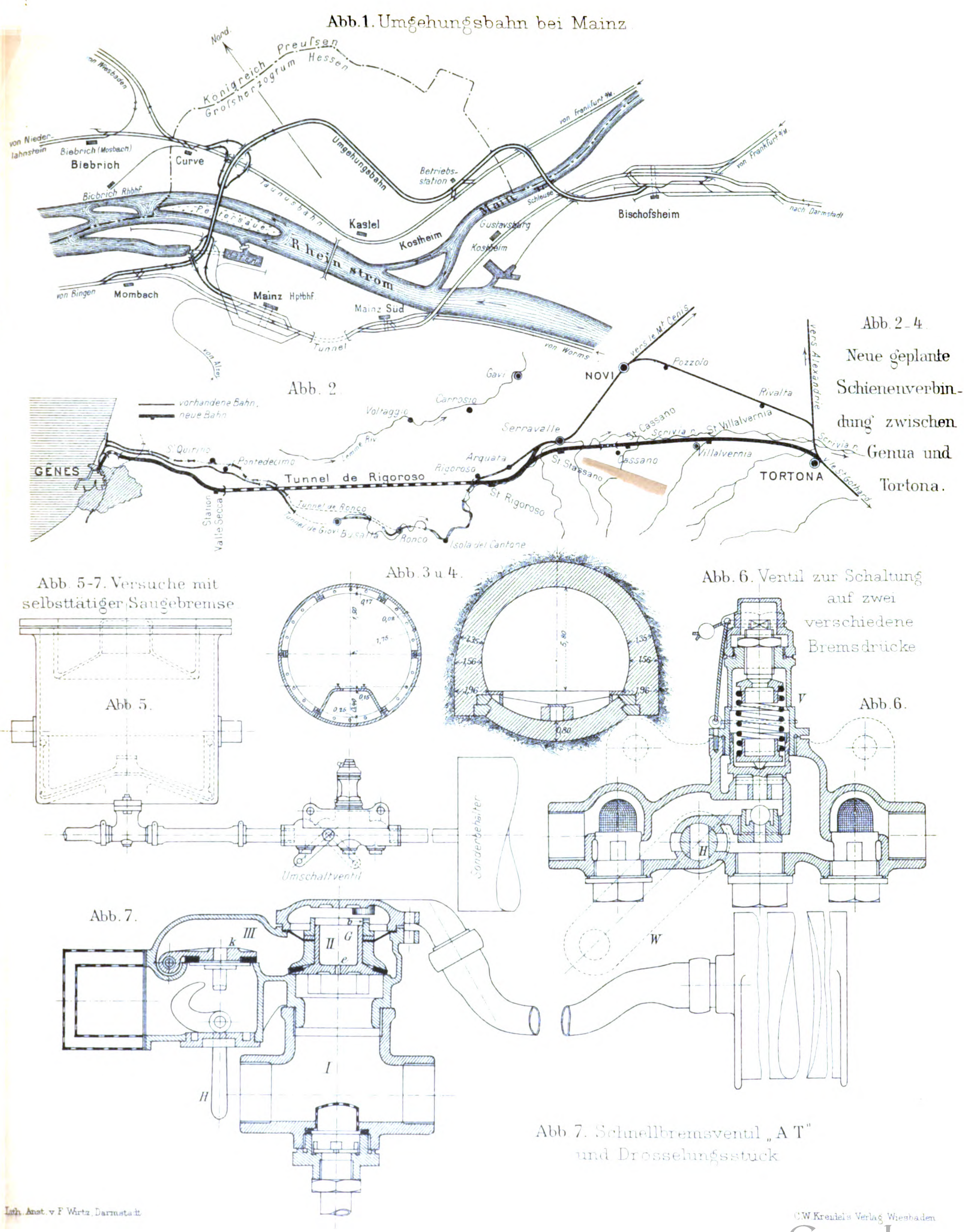

Abb. 2. Dniesterbrücke bei Radlowice.
Abb. 5 bis 8.
Vierzylindrige
Verbund-Lokomotive,
Bauart Cole, für die
New-York-Central-Bahn.
Abb. 5.
390 Heizrohre 50,8; 4877 lang
2821 ü. S. O.
Abb. 6
Abb. 7.
Abb. 8.
Hub 660
Hub 660
Hochdr. Schieber
Niederdr. Schieber
Einlaßdeckung
25,4
25,4
Auslaßdeckung
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden

Versuche mit selbsttätiger Saugebremse auf den Steilrampen der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn.

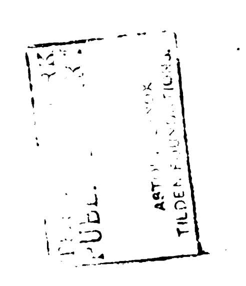


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.





Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



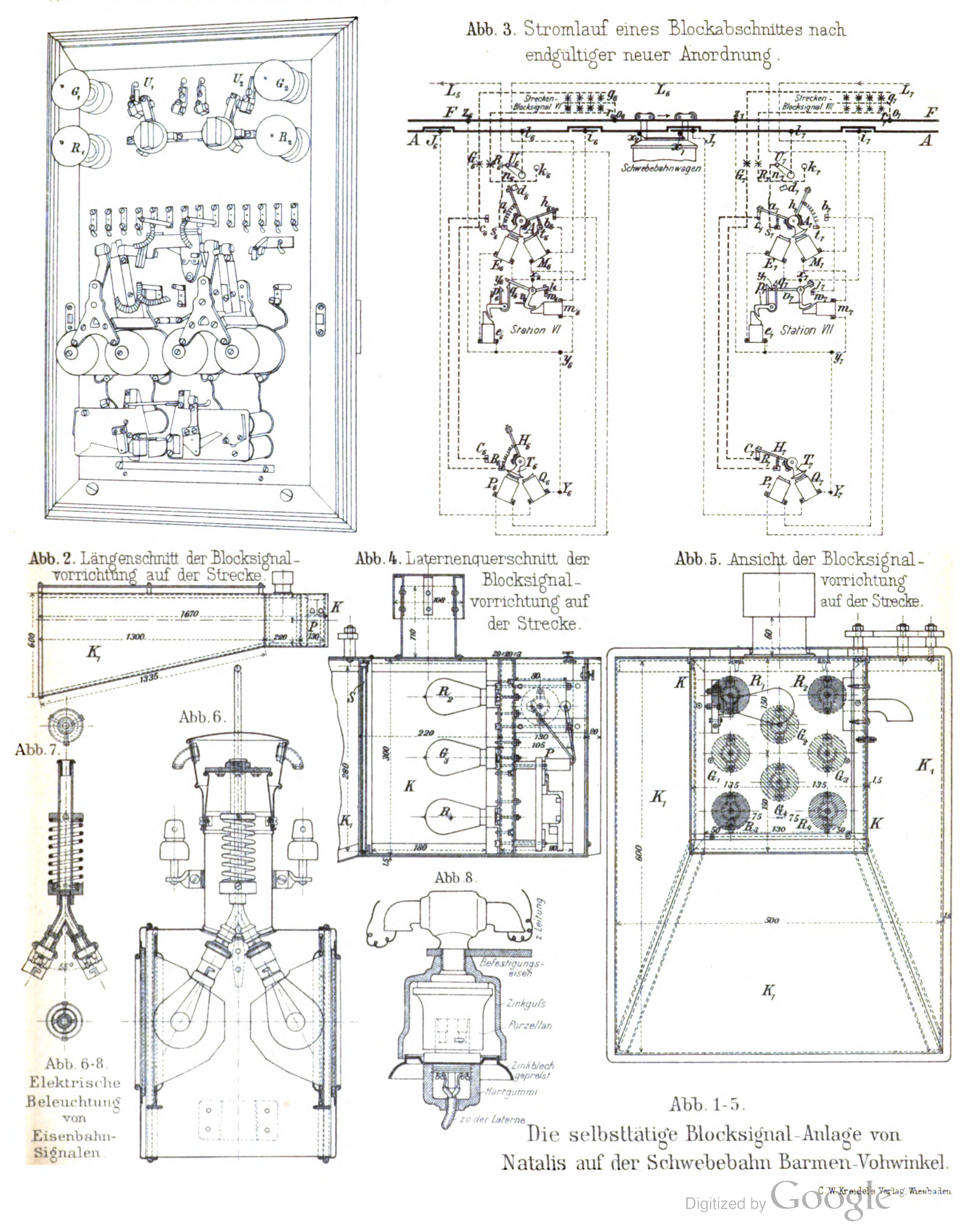


Abb. 6-8. Elektrische Beleuchtung von Eisenbahn-Signalen.

Abb. 1-5. Die selbsttätige Blocksignal-Anlage von Natalis auf der Schwebebahn Barmen-Vohwinkel.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1 u. 2. 1875. Schweifseisen.

Abb. 1. Schwellenstofs.

Abb. 2. Schienenstofs.

Abb. 1-4. Langschwellen-Oberbau.

Abb. 3 u. 4. 1881. Stahl.

Abb. 3. Schwellenstofs.

Abb. 4. Schienenstofs.

Abb. 5. Radzeichen auf schreienden Schienen.

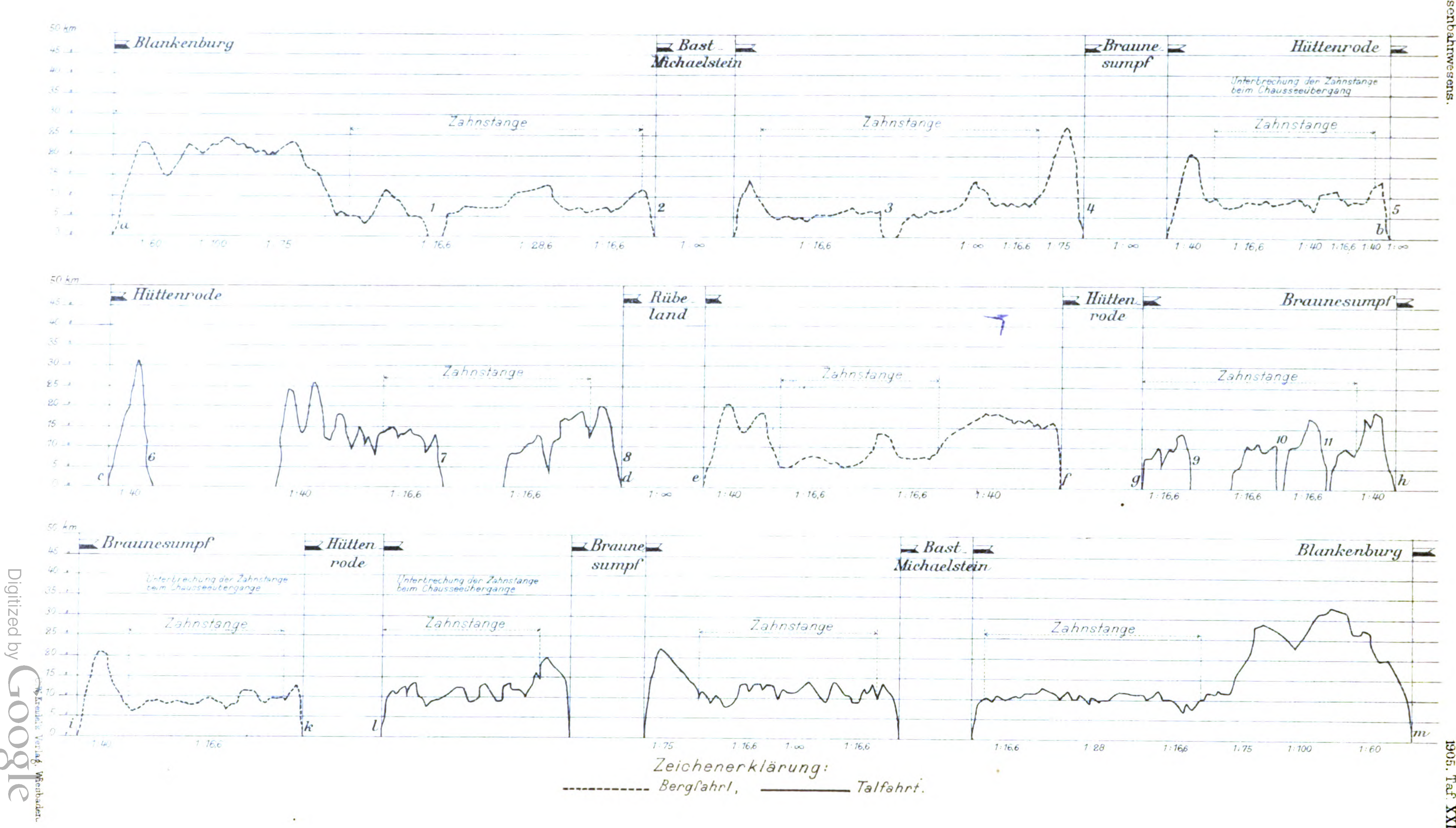
Zwischen Laheria Sarai u. Hya Ghat. 1882. 20,5 kg/m, Stahl.

Abb. 6. Selbsttätige Mittelbuffer-Klauenkuppelung, Bauart Scheib.

Kuppelkopf in geöffnetem Zustande.

Abb. 7. „Pedrail", Lokomotive mit Füfsen.

Versuche mit selbsttätiger Saugebremse auf den Steilrampen der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

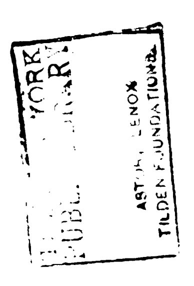


Abb. 1. Umgehungsbahn bei Mainz.

Abb. 2.

Abb. 2–4. Neue geplante Schienenverbindung zwischen Genua und Tortona.

Abb. 5–7. Versuche mit selbsttätiger Saugebremse.

Abb. 3 u. 4.

Abb. 6. Ventil zur Schaltung auf zwei verschiedene Bremsdrücke.

Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 7.

Abb. 7. Schnellbremsventil „A T" und Drosselungsstück.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C.W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

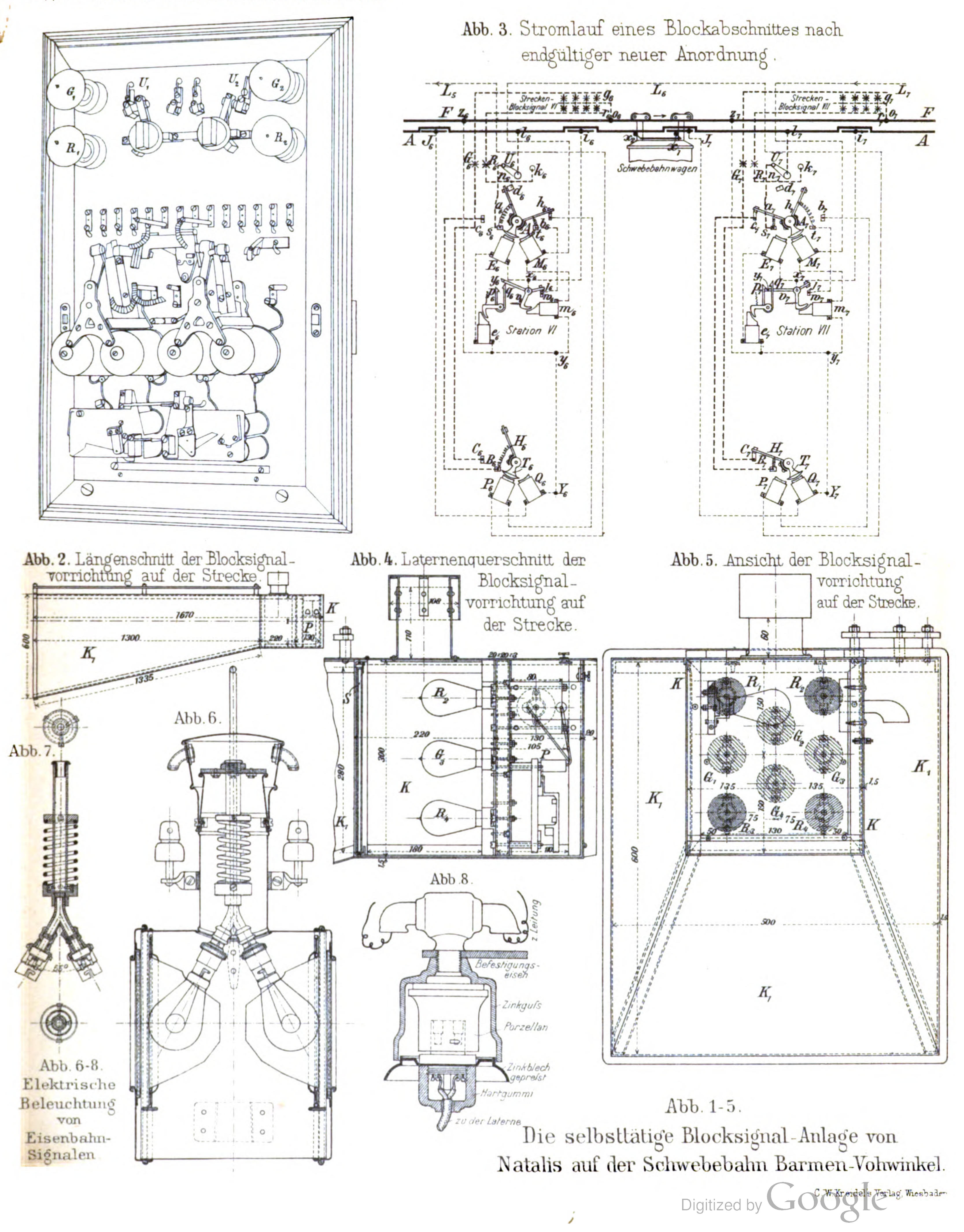


Abb. 1-5. Die selbsttätige Blocksignal-Anlage von Natalis auf der Schwebebahn Barmen-Vohwinkel.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1 u. 2. 1875. Schweißeisen.

Abb. 1 - 4.

Lang-schwellen-Oberbau.

Abb. 1. Schwellenstoß.

110
275
1:16
315
100

Abb. 2. Schienenstoß.

110
275
1:16
72

Abb. 3 u. 4. 1881. Stahl.

Abb. 3. Schwellenstoß.

138
300
90
75
1:16

Abb. 4. Schienenstoß.

138
300
1:16
356

0 50 100 200 300 400 500 mm

Abb. 5. Radzeichen auf schreienden Schienen.

Zwischen Laheria Sarai u. Hya Ghat 1882. 20,5 kg/m, Stahl.

Abb. 6.

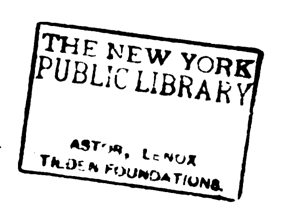
Selbsttätige Mittelbuffer-Klauenkuppelung, Bauart Scheib.

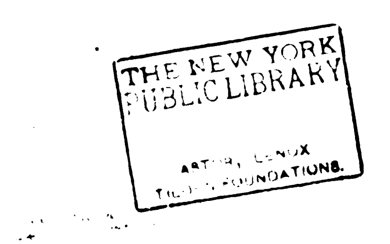
a
b
c
d
e
f
g
h

Kuppelkopf in geöffnetem Zustande.

Abb. 7.

„Pedrail", Lokomotive mit Füßen.





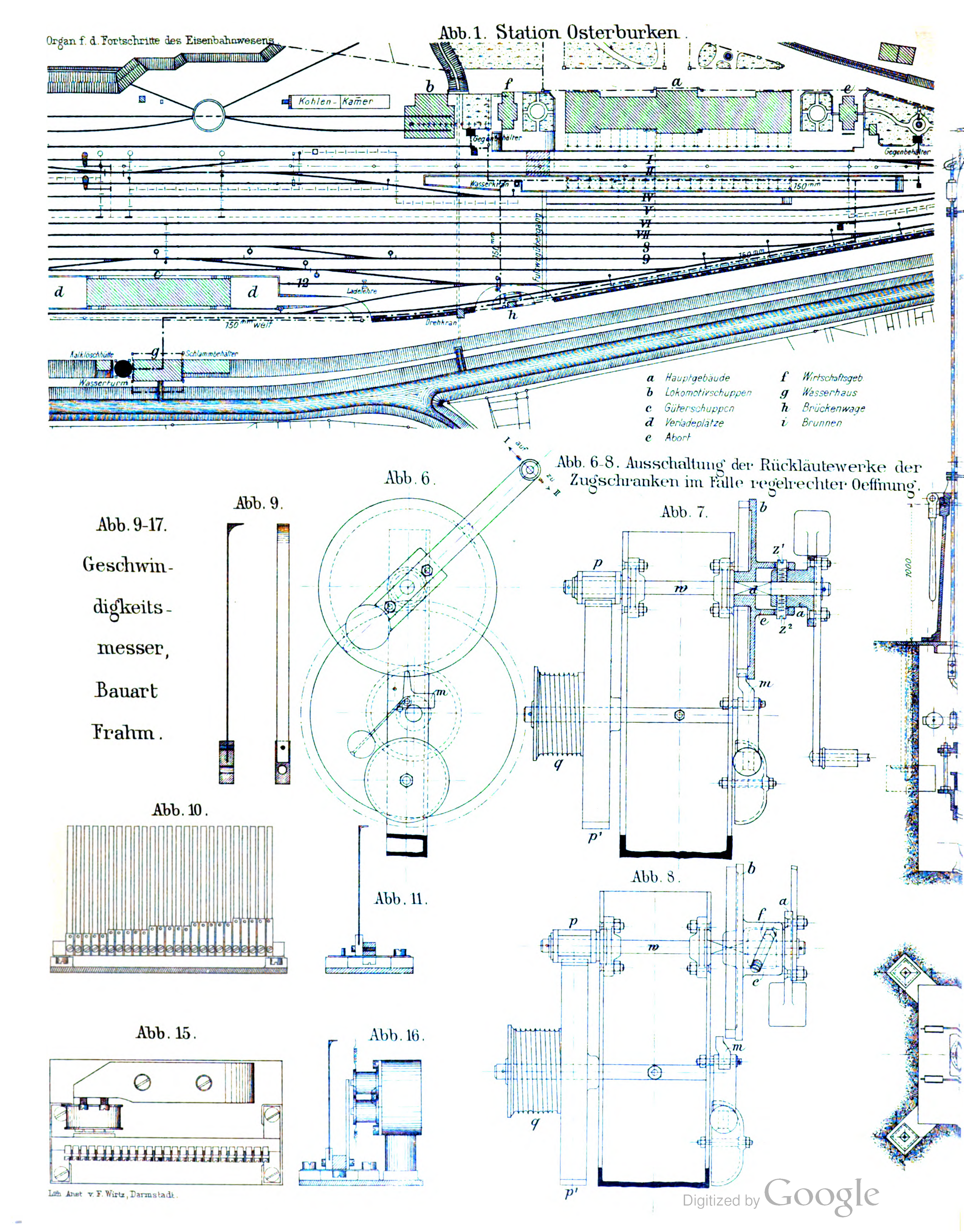

Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens
Abb. 1. Station Osterburken.
Kohlen-Kamer
Gegenbehälter
Wasserkran
Fußwegüberbrückung
150 mm
150 mm weit
Ladelehre
Drehkran
Kalklöschhütte
Schlammbehälter
Wasserturm
a Hauptgebäude
b Lokomotivschuppen
c Güterschuppen
d Verladeplätze
e Abort
f Wirtschaftsgeb.
g Wasserhaus
h Brückenwage
i Brunnen
Abb. 6-8. Ausschaltung der Rückläutewerke der Zugschranken im Falle regelrechter Oeffnung.
Abb. 6.
Abb. 7.
Abb. 8.
Abb. 9-17. Geschwindigkeitsmesser, Bauart Frahm.
Abb. 9.
Abb. 10.
Abb. 11.
Abb. 15.
Abb. 16.
1000
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Abb. 2 u. 3. Wasserkran 200 mm weit. M. 1:30.

Abb. 2.

Abb. 1–5.

Zimmermann: Wasserabgabe an Schnellzuglokomotiven.

Abb. 3.

Abb. 5. Neue Wasserleitung in Offenburg. M. 1:2000.

Abb. 4. Abschlufsventil.

Abb. 12.

Abb. 13.

Abb. 14.

Abb. 17.

C. W. Kreidel's Verlag Wiesbaden.

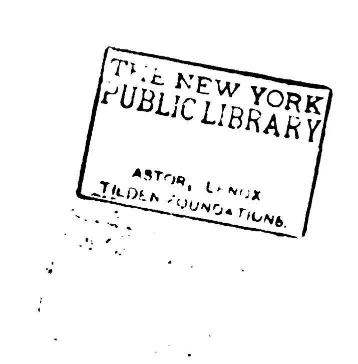


Abb. 1-5. Signal-Stromkreise

1.

2.

3.

4.

5.

Abb. 6-8. Weichenzungen-Stromkreise.

6.

7.

8.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Abb. 1-11. Zwei neue amerikanische Signalappar...

Abb. 9.

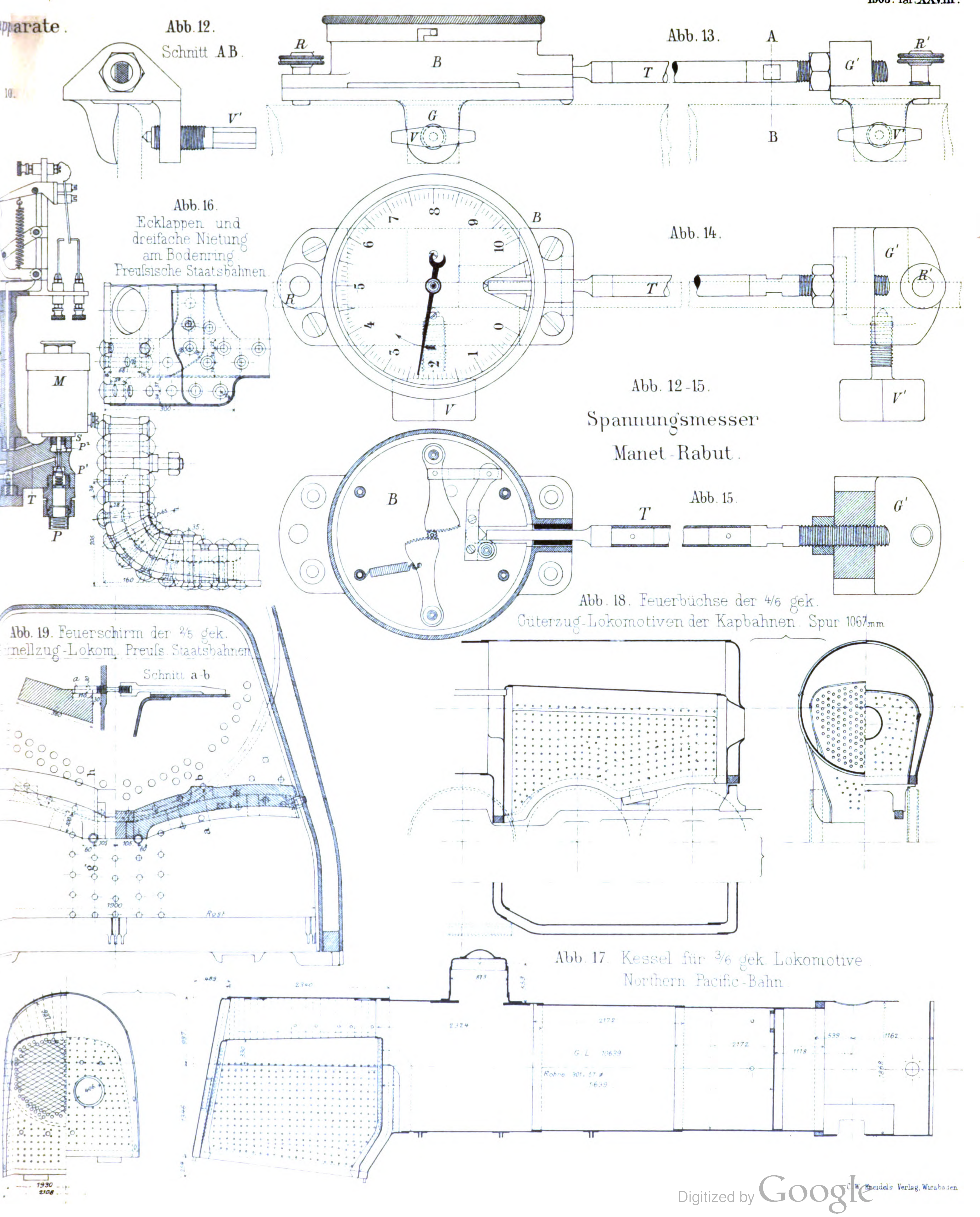
Abb. 10

Abb. 11.

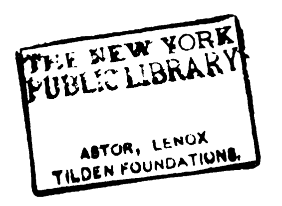
Schnitt g-h. (Abb. 19).

Abb. 16-19.

Lokomotivkessel.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



Verbindung der Hand- und Luftdruckbremse an Wagen der Württembergischen Staatsbahnen.

Abb. 1 u. 2. Anordnung an vierachsigen Personenwagen mit Drehgestell.

Abb. 1.

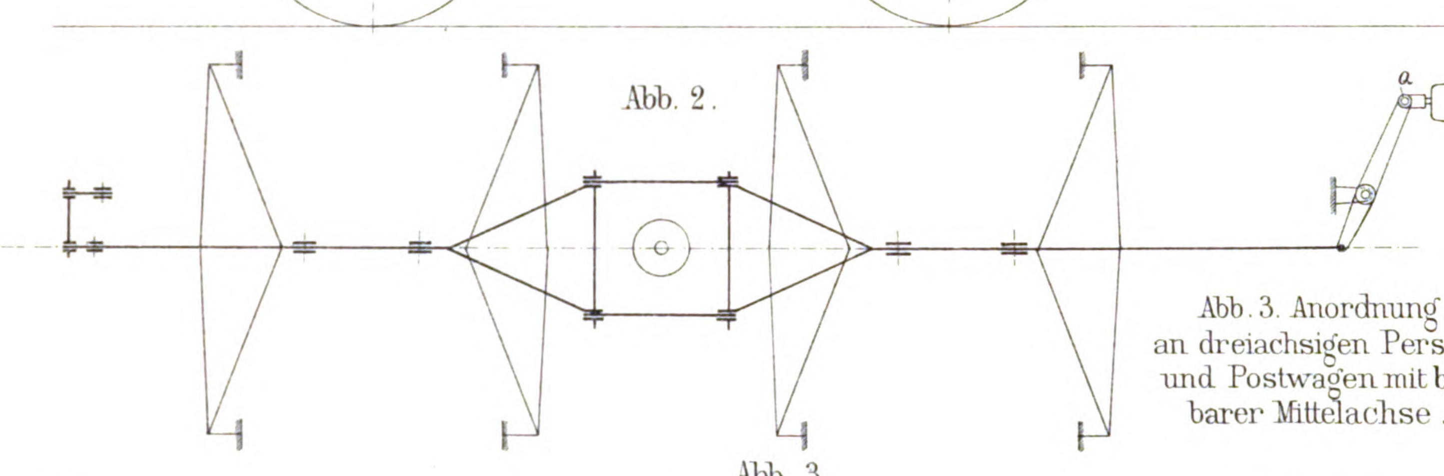


Abb. 2.

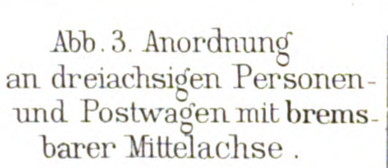


Abb. 3. Anordnung an dreiachsigen Personen- und Postwagen mit bremsbarer Mittelachse.

Abb. 3.

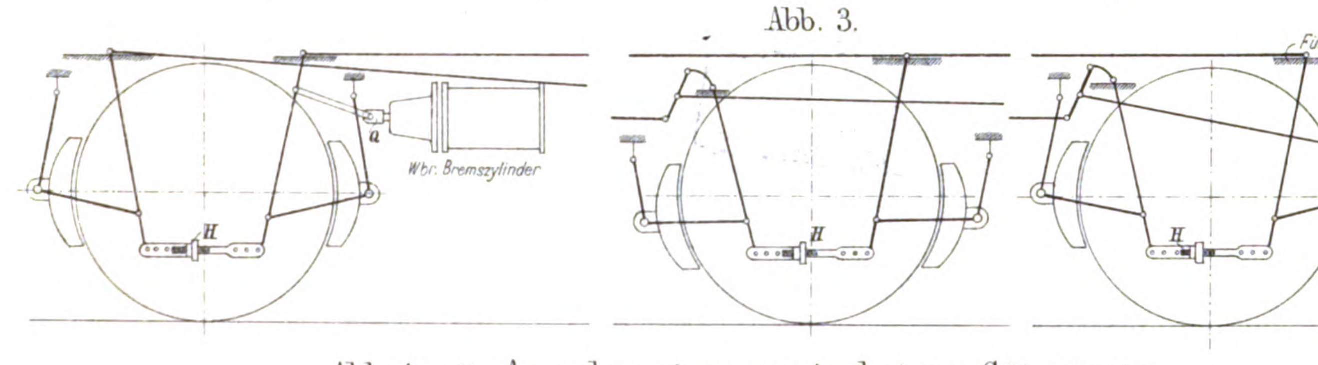
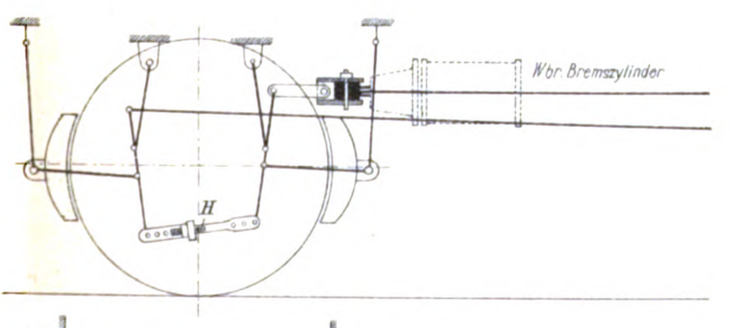


Abb. 4 u. 5. Anordnung an zweiachsigen Güterwagen.

Abb. 4.



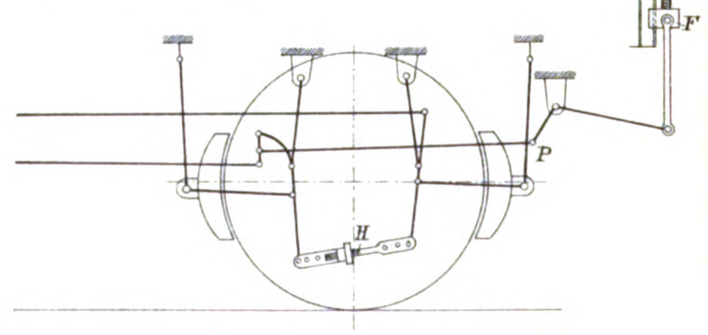
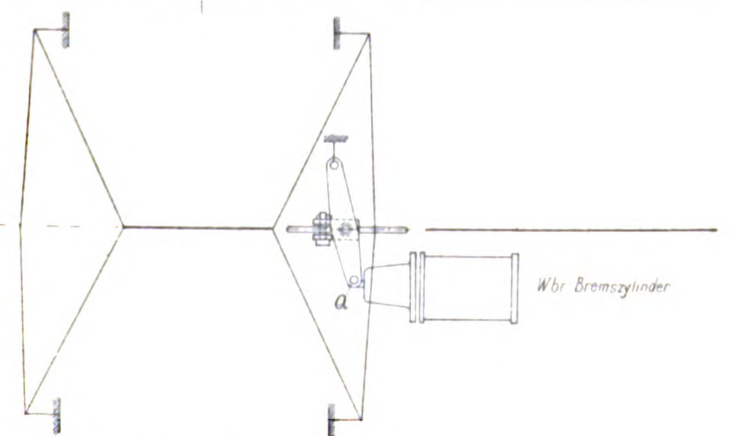
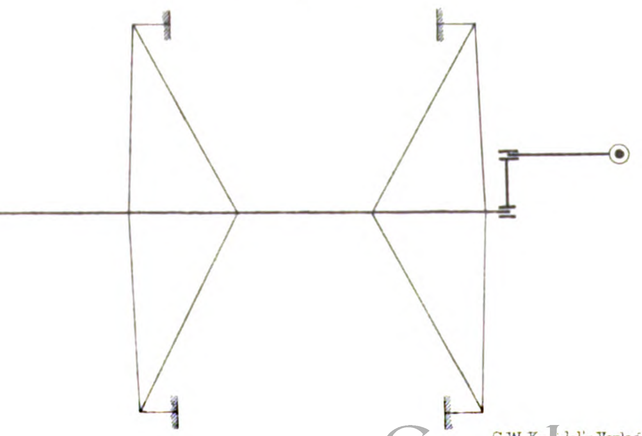
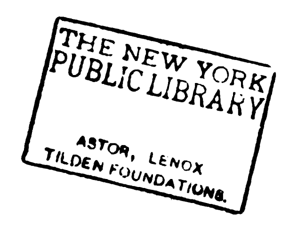


Abb. 5.



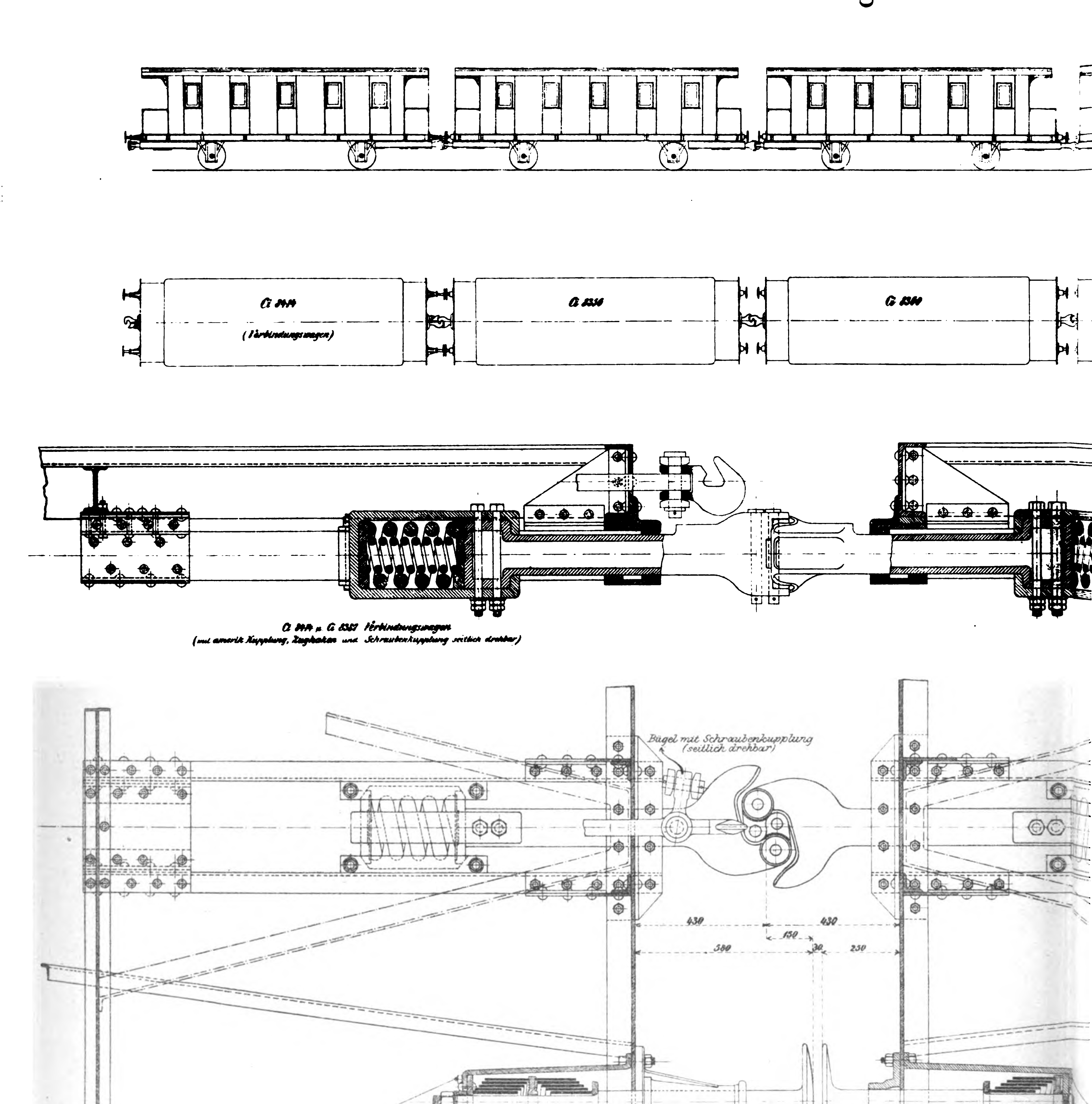


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATIONS.

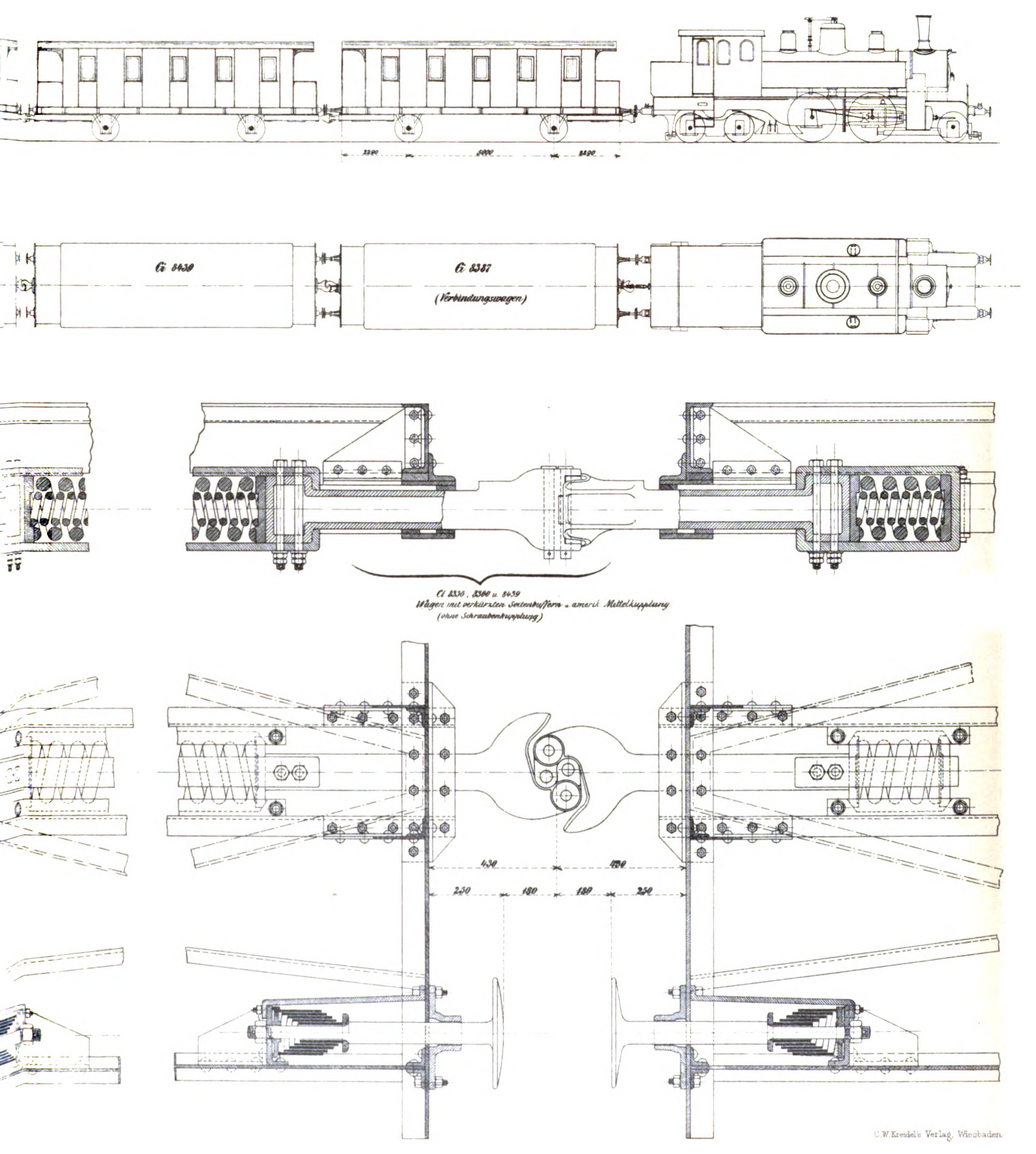


Vorortzug mit amerikanis…

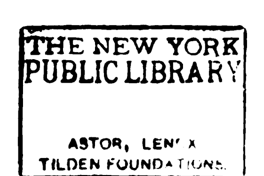


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

...rikanischer Mittelkuppelung.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



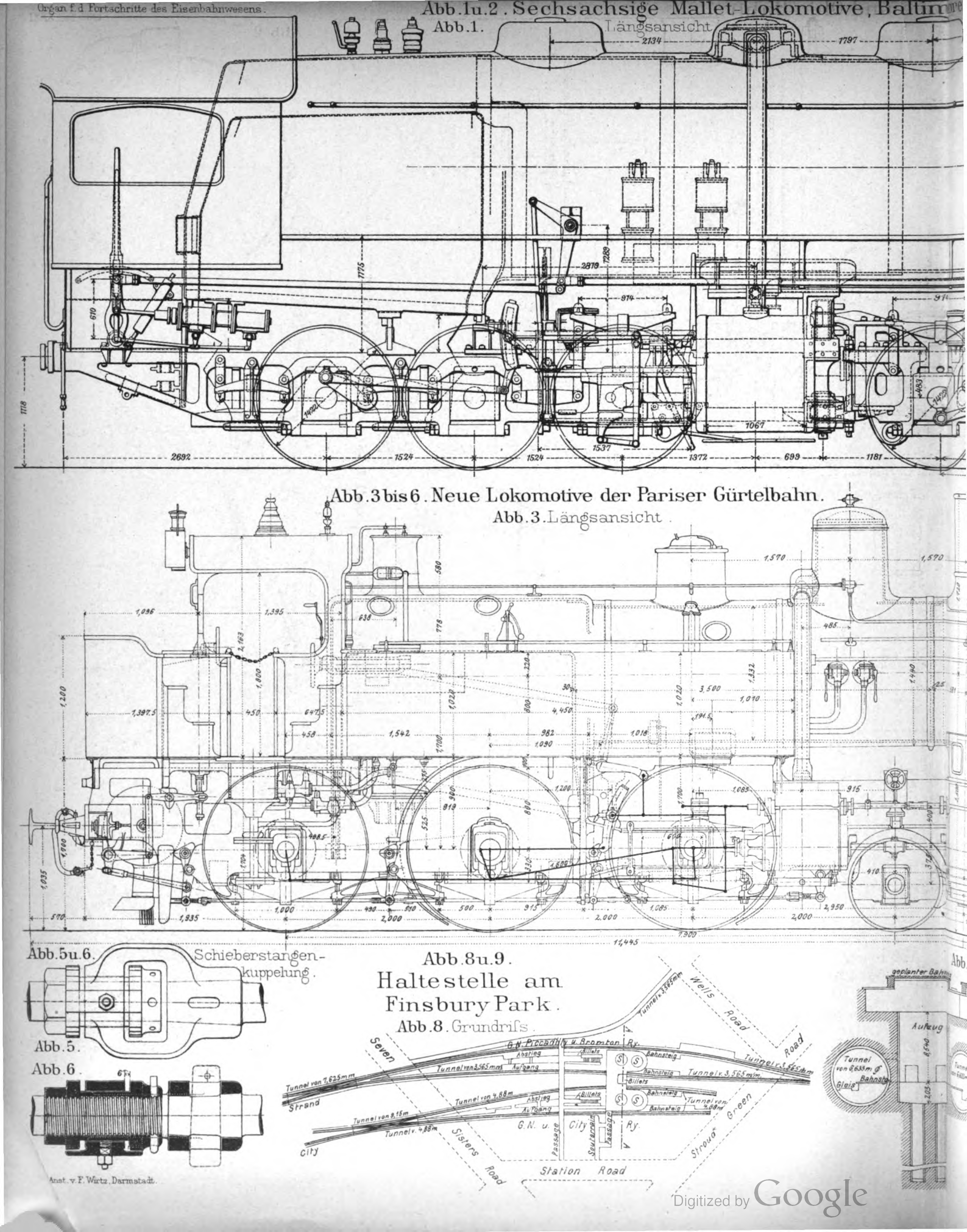


Abb. 1 u. 2. Sechsachsige Mallet-Lokomotive, Baltim
Abb. 1. Längsansicht
Abb. 3 bis 6. Neue Lokomotive der Pariser Gürtelbahn.
Abb. 3. Längsansicht.
Abb. 5 u. 6. Schieberstangen-kuppelung.
Abb. 5.
Abb. 6.
Abb. 8 u. 9. Haltestelle am Finsbury Park.
Abb. 8. Grundriſs.
G. N. Piccadilly u. Brompton Ry.
G. N. u. City Ry.
Seven Sisters Road
Wells Road
Stroud Green Road
Station Road
Tunnel von 7,625 mm
Tunnel von 9,15 m
Tunnel v. 4,88 m
Strand
City
Aufzug
Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

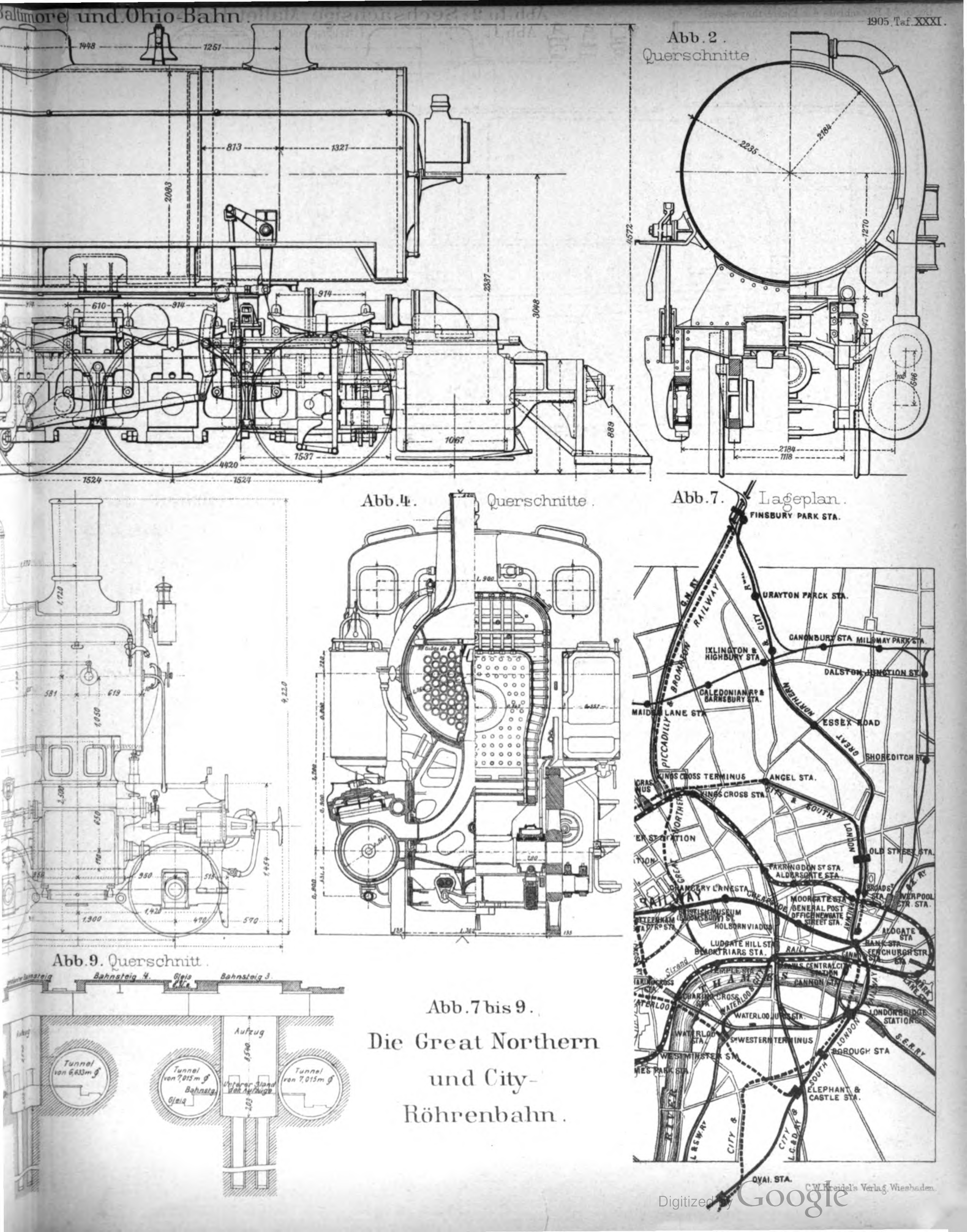


Abb. 7 bis 9. Die Great Northern und City-Röhrenbahn.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Anfahrvorrichtung der neuen Lokomotiven der Pariser Gürtelbahn.

Abb. 1.

Abb. 2.

Frischdampf f. d. Niederdruckzylinder

Abb. 3.

Abb. 4.

Auspuff

Hochdruck-Zylinder

Sicherheitsventil für 6 Atm.

linker Niederdruckzylinder

Drehschieber zum Anfahren

Preßluftumschalter f. d. Drehschieber

Verbindungsrohr f. d. Niederdruckzylinder.

Preßluftleitung f. d. Anfahrstellung

Preßluftleitung f. d. Verbundstellung

rechter Hochdruckzylinder

rechter Niederdruckzylinder

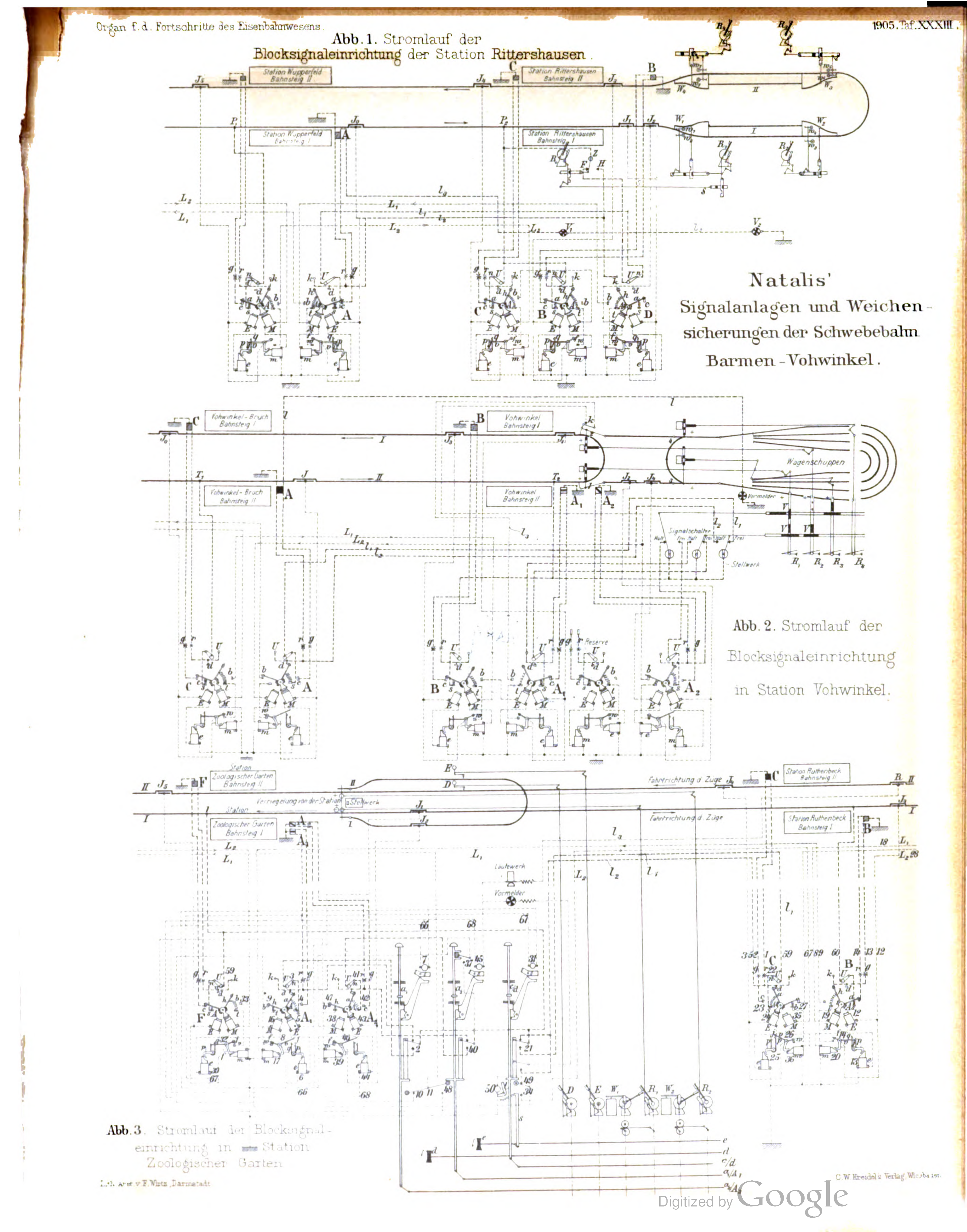
Doppelsitzventil S für die Schieberentlastungsvorrichtung

S

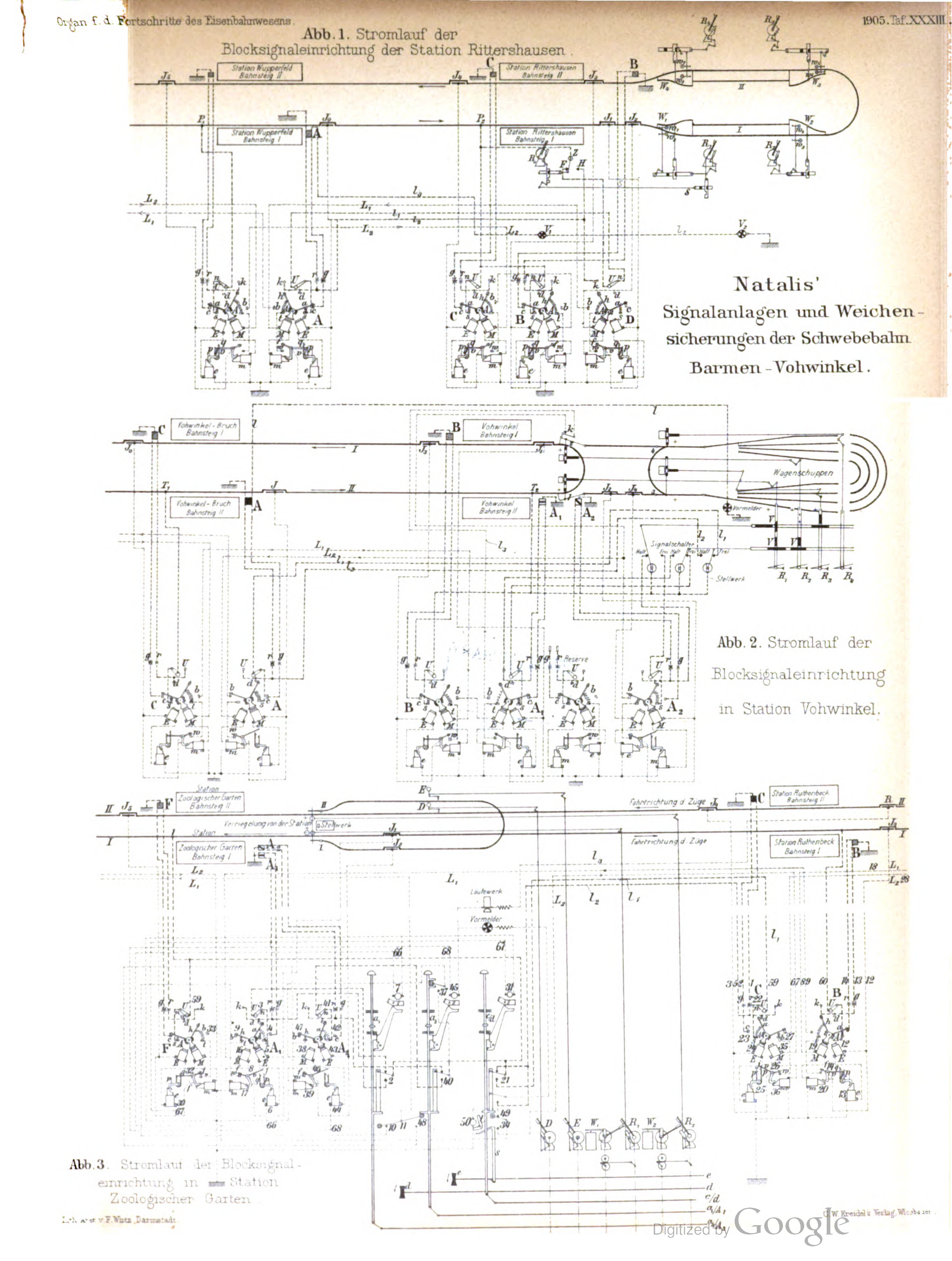
zum Auspuff

Entlastungsring d. Doppelsitz.

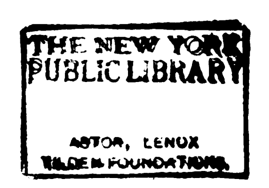
Anordnung des Ventiles S



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



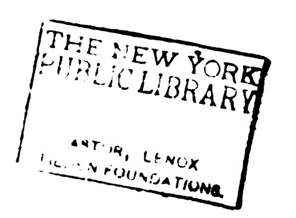

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

Abb. 1. Die

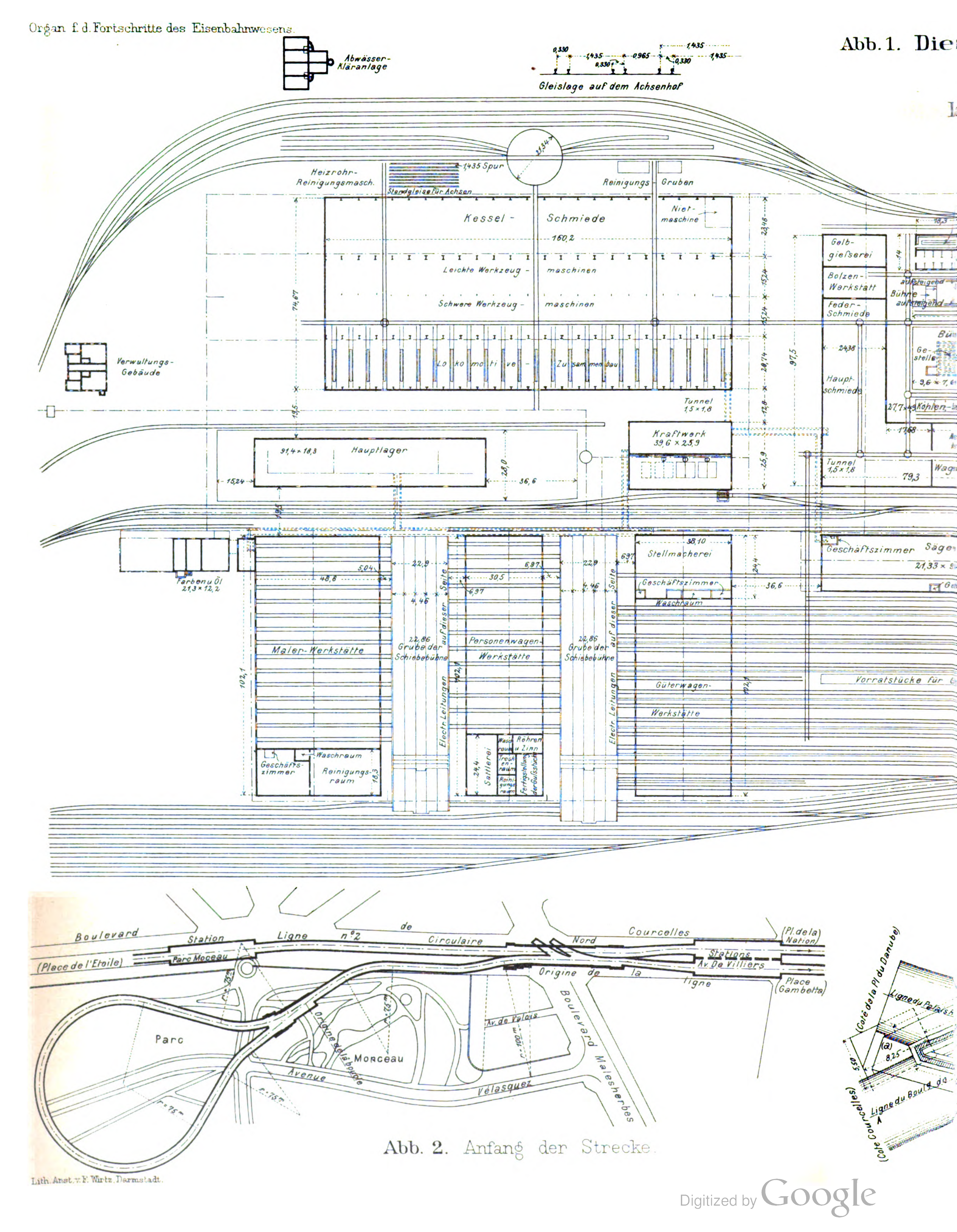


Abb. 2. Anfang der Strecke.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

e neue Lokomotiv- und Wagen-Werkstätte in Collinwood, Ohio, Lake Shore und Michigan-Südbahn.

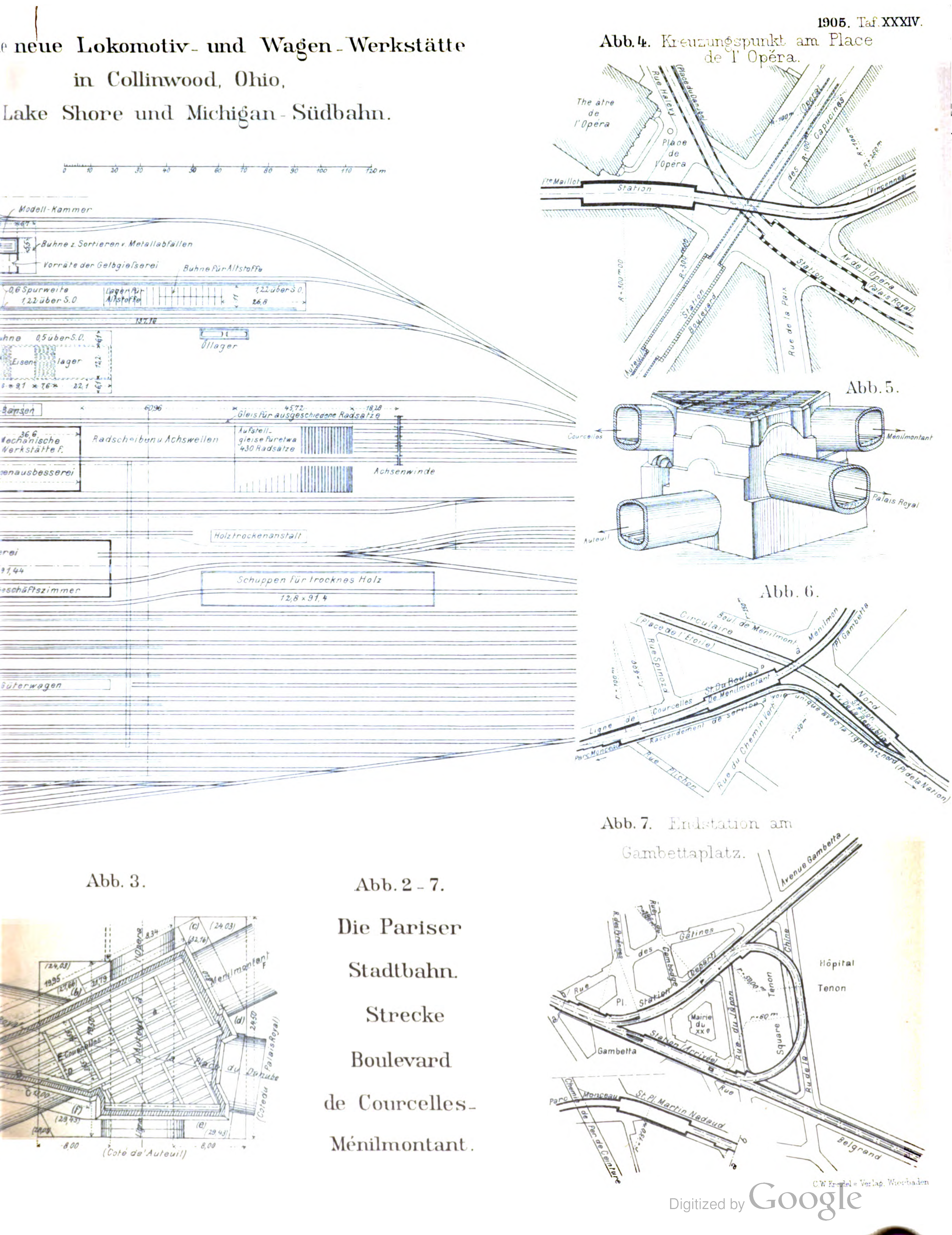


Abb. 4. Kreuzungspunkt am Place de l' Opéra.

Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 7. Endstation am Gambettaplatz.

Abb. 3.

Abb. 2–7. Die Pariser Stadtbahn. Strecke Boulevard de Courcelles-Ménilmontant.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden

